

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Filozofická fakulta

Ústav informačních studií a knihovnictví

Diplomová práce

Bc. Sabina Křepelková

Metody uživatelského hodnocení HMI v prostředí automotive.

Případová studie.

HMI User Assessment Methods in Automotive Environment. Case study.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 18. 12. 2018

Bc. Sabina Křepelková

Poděkování:

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování paní PhDr. Heleně Lipkové, Ph.D. za její cenné rady, ochotu, vstřícnost a trpělivost při vedení mé diplomové práce a celému UX týmu firmy Škoda Auto, a.s. a Digiteq automotive, a.s. za možnost načerpání zkušeností nutných pro realizaci mé diplomové práce.

Abstrakt:

Práce se zaměřuje na téma přínosů a omezení různých metod uživatelského hodnocení HMI.

V teoretické části práce je představena teorie HMI, jsou shrnuty jednotlivé metody hodnocení použitelnosti HMI, jsou představeny dosavadní poznatky týkající se jejich využití a zmapovány dostupné nástroje. Cílem praktické části práce je v rámci případové studie provést testování vybraných metod uživatelského hodnocení HMI vztažených k požadavkům komerčního automotive sektoru. Výstupem praktické části práce je komparace silných a slabých stránek jednotlivých přístupů (metod) a vymezení jejich specifik.

Diplomová práce byla zpracována v souladu s platnými vnitřními předpisy FF UK a dalšími metodickými pokyny a normativními dokumenty.

Klíčová slova: uživatelský prožitek, UX, použitelnost, uživatelské rozhraní, UI, HMI, rozhraní člověk-stroj, automotive, hodnocení použitelnosti, uživatelské hodnocení, uživatelské testování, testování použitelnosti

Abstract

The thesis focuses on the topic of benefits and limitations of various HMI user assessment methods. In the theoretical part of the thesis there is introduced the HMI theory, summarized HMI user assessment methods, presented knowledge about their utilization and the available tools are mapped. The goal of the practical part is testing of selected HMI user assessment methods related to the requirements of the commercial automotive sector. The result of practical part is a comparison of the strengths and weaknesses of individual approaches and their specifics.

The diploma thesis was prepared in accordance with the valid internal regulations of the Charles University and other methodological guidelines and normative documents.

Keywords: user experience, UX, usability, user interface, UI, HMI, human-machine interface, automotive, usability evaluation, user assessment, user testing, usability testing

Obsah

ÚVOD	7
1 Úvod do HCI	10
1.1 Vysvětlení pojmů a jejich vzájemných vztahů	10
1.2 Uživatelské rozhraní	12
1.2.1 User-centered design.....	13
1.3 HMI v prostředí automotive	17
2 User Experience.....	19
2.1 Faktory ovlivňující UX.....	21
2.2 Použitelnost a jeho vymezení vůči UX.....	21
2.3 Definice použitelnosti	22
3 Obecné principy při hodnocení HMI.....	28
3.1 Příprava a průběh hodnocení použitelnosti.....	29
4 Představení metod hodnocení použitelnosti HMI	34
4.1 Typy hodnoticích metod	34
4.1.1 Metody inspekčního hodnocení použitelnosti (Inspection methods)	36
4.1.2 Metody uživatelského hodnocení použitelnosti (User Assessment Methods).....	37
4.1.2.1 A/B testování (A/B Testing, Split-Run Testing)	37
4.1.2.2 Kartičkové třídění (Card Sorting).....	38
4.1.2.3 Testování oční kamerou (Eye Tracking)	39
4.1.2.4 Testování použitelnosti (Usability Testing)	40
4.1.2.5 Individuální rozhovor (Individual Interview).....	42
4.1.2.6 Skupinová diskuse (Focus Group).....	43
4.1.2.7 Kontextový rozhovor (Contextual Interview)	44
4.1.2.8 Rozhovory nad fotografií (Photo Elicitation).....	45
4.1.2.9 Koláže (Collages)	45
4.1.2.10 Mapování (Mapping).....	46

4.1.2.11	Ankety (Surveys).....	46
4.1.2.12	Dotazníky (Questionnaires).....	47
4.1.2.13	Deníková studie (Diary Study).....	48
4.1.2.14	Pozorování (Observation).....	50
4.1.2.15	Terénní studie (Ethnography/ Field studies/ observation).....	51
4.1.2.16	Automatický zápis aktuálního užívání (Logging Actual Use)	52
4.1.2.17	Metoda koučování (Coaching method)	53
4.1.2.18	Spolu odhalující učení (Co-Discovery Learning).....	53
4.1.2.19	Měření výkonu (Performance Measurement).....	54
4.1.2.20	Protokol přemýšlení nahlas (Think-Aloud Protocol)	54
4.1.2.21	Protokol dotazování (Question-Asking Protokol)	55
4.1.2.22	Vzdálené testování (Remote Testing)	56
4.1.2.23	Retrospektivní testování (Retrospective Testing)	57
4.1.2.24	Vyučovací metoda (Teaching Method)	58
4.1.2.25	Snímky obrazovky (Screen Snapshots)	58
4.1.2.26	Samo-reportující zápis (Self-Reporting Logs)	58
5	Uživatelské hodnocení použitelnosti konkrétního HMI.....	60
5.1	Předmět testování.....	60
5.2	Cíl testování	61
5.3	Postup výběru nejvhodnějších metod	61
5.3.1	Požadavky firmy	62
5.3.2	Nejvhodnější metody	63
5.4	Uživatelé	64
5.5	Testovací podmínky.....	66
5.6	Pilotní test	68
5.7	Výsledky hodnocení použitelnosti.....	68
5.7.1	Dotazník.....	69
5.7.2	Testování použitelnosti	71

5.8	Porovnání metod	77
5.9	Výzkumné otázky	80
6	Závěr.....	82
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:		83
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....		93
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ		94
SEZNAM PŘÍLOH.....		95

ÚVOD

V současné době jsou informační technologie nasazovány masově ve všech sférách života jednotlivců, organizací i obecně společnosti, a ovlivňují tak na každodenní bázi stále větší množinu činností a situací, se kterými jsme v životě konfrontováni. Znalost informačních technologií již není doménou pouze IT specialistů. Základní dovednosti jsou vyžadovány i od široké veřejnosti, a proto je nutné přizpůsobit design uživatelského rozhraní (popř. systému či produktu, dále jen HMI) i jí. Úspěšné nasazení a využití těchto technologií v praxi jsou podmíněny takovým designem HMI, který bude uživatelsky přívětivý a umožní uživatelům intuitivní použití, snadnou orientaci a dosažení očekávaných výstupů. Proto také vzrůstá zájem podnikatelů, designérů aplikací a marketingových odborníků o metody hodnocení těchto HMI tak, aby byli schopni spolehlivě změřit a vyhodnotit řadu aspektů vč. uživatelské přístupnosti, použitelnosti apod.

HMI lze zkoumat z mnoha hledisek, nicméně tato práce se omezuje pouze na problematiku uživatelského prožitku (user experience). Jedná se o oblast softwarového inženýrství, která se zabývá tím, jak se uživatelům s daným HMI pracuje a jaký z něho mají pocit. Největší prostor bude věnován oblasti použitelnosti HMI, která je jedním z nejdůležitějších pilířů user experience. Zabývám se pouze přípravou a průběhem hodnocení (testování) a opomím postupy designování použitelného HMI a způsob opravy chyb v použitelnosti.

Metod, jak kvalitně změřit a zhodnotit uživatelský prožitek (popř. použitelnost), je mnoho. Můžeme ho měřit za pomoci odborníka (heuristická evaluace/analýza) nebo pomocí uživatelů, kteří s daným HMI pracují (uživatelské hodnocení), kde se měří kvantitativní data (např. procentuální míra splnění daných úkolů, čas splnění úkolů) či kvalitativní data (zkušenosti, názory a postoje uživatelů k testovanému HMI). V této práci se zabývám pouze metodami uživatelského hodnocení HMI, které probíhá s reálnými uživateli, a dokáže tak nejvíce vystihnout reálnou situaci při používání HMI. Práci lze později rozšířit i o metody heuristické evaluace.

Základním problémem, jehož vyřešení mě motivovalo k sepsání této diplomové práce, je fakt, že řada firem neumí jednoznačně určit, které metody hodnocení HMI jsou vzhledem k jejich požadavkům nejvhodnější a odhalí co nejvíce problémů s použitelností daného HMI.

Cílem teoretické části této práce je na základě dostupných českých i zahraničních zdrojů nastínit teorii HMI, představit důležitý obor UX, shrnout jednotlivé metody hodnocení použitelnosti HMI, představit dosavadní poznatky týkající se jejich využití, zmapovat dostupné nástroje a nastínit informace o průběhu hodnocení použitelnosti za pomoci těchto metod.

Cílem praktické části této práce je poté na základě požadavků firmy Škoda Auto, a.s. vybrat dvě nejvhodnější metody hodnocení použitelnosti HMI a v rámci případové studie je mezi sebou na základě určitých kritérií (např. časová náročnost, finanční náročnost, náročnost na vyhodnocení dat apod.) porovnat a určit jejich silné a slabé stránky.

Metody jsou vybrány záměrně tak, aby dokázaly co nejlépe ohodnotit (otestovat) použitelnost konkrétního HMI. Mým úkolem v tomto výzkumu bylo zajistit celý cyklus hodnocení HMI. Tento cyklus by měl být prováděn v každé fázi vývoje HMI, a sice od prvotního wireframu až po hotový produkt. Cyklus popíše od počátku testování (příprava potřebných materiálů, technického zázemí, vybavení, oslovení vhodných kandidátů apod.), přes shromáždění dat během pilotního a následně ostrého testování až po konečné vyhodnocení dat. Na základě vyhodnocených dat je vytvořena zpráva o výsledcích testování, která rozebírá nejdůležitější výstupy testovacího procesu. V závěru diplomové práce porovnávám metody uživatelského hodnocení a určuji jejich klady a zápory.

Prvním přínosem práce je navržení manuálu, díky kterému si mohou jednotlivé firmy (resp. vývojáři uživatelských rozhraní či UX specialisté ze soukromého i veřejného sektoru) zvolit, která hodnoticí metoda bude vzhledem k jejich požadavkům, cílům a možnostem nejvhodnější.

Druhým přínosem práce je výběr dvou nejvhodnějších metod uživatelského hodnocení HMI v dané fázi vývoje v daném prostředí, jejich vzájemné porovnání a určení jejich silných a slabých stránek.

Třetím přínosem práce je odhalení potenciálních chyb, které brání použitelnosti prototypu HMI firmy Škoda auto, a.s., na základě nichž mohou být provedeny úpravy, jež by zvýšily jeho použitelnost, což by mělo mít zásadní vliv na použitelnost finálního HMI.

Celý průběh přípravy na hodnocení použitelnosti a hodnocení použitelnosti samotné proběhlo ve spolupráci s firmami Škoda Auto, a.s., a Digiteq Automotive, s.r.o., která se zabývá inovacemi pro automobilovou elektroniku. Tyto firmy se podílely na zadání této

diplomové práce. Součástí procesu zpracování této diplomové práce byla i stáž ve firmě Škoda Auto, a.s., díky které jsem získala důležité informace a praxi v oblasti uživatelského hodnocení HMI.

Oproti předběžné osnově stanovené v zadání práce nedošlo k zásadním změnám ohledně cíle nebo náplně práce. Byly však pozměněny názvy hlavních kapitol, aby přesněji reflektovaly zkoumané aspekty, především v momentě, kdy došlo k jednoznačnému upřesnění praktické části práce.

Použitá literatura je citována podle normy ČSN ISO 690:2011. Citace v textu jsou uváděny podle Harvardského systému.

..

1 Úvod do HCI

1.1 Vysvětlení pojmů a jejich vzájemných vztahů

Nejprve je nutné vysvětlit vztahy mezi pojmy, které jsou v práci použity. Zastřešujícím pojmem je pojem HCI (human-computer interaction). Jedná se o interdisciplinární obor, který se zabývá fenoménem tvorby uživatelských rozhraní. Skládá se ze tří částí: člověk, stroj (zařízení), které má určité uživatelské rozhraní neboli user interface (UI), někdy také označováno jako systém či software a způsob, jak tyto dvě části spolu komunikují.

Konkrétní uživatelské rozhraní, se kterým interaguje (pracuje) člověk, se označuje jako rozhraní člověk-stroj HMI (resp. MMI, HVI, HCI). UI resp. HMI, které využívá přímou manipulaci člověka a stroje a kterým se v práci zabývám, se nazývá grafické uživatelské rozhraní neboli graphical user interface (GUI).

V souvislosti s automobilovým prostředím hovoříme o tzv. infotainmentu. Jedná se o palubní počítač (navigaci) umístěný nejčastěji na palubní desce v automobilu, který využívá GUI. Každé GUI má určitou informační architekturu neboli information architecture (IA).

Pokud je design HMI orientován na uživatele, lze hovořit o uživatelsky orientovaném designu neboli user-centered designu (UCD). Jedná se o proces, který se snaží o to, aby byl design HMI uživatelsky přívětivý, splnil požadavky uživatele, uživatel byl spokojený a odnášel si kladnou uživatelskou zkušenost/prožitek neboli user experience (UX). Pilíři UX jsou poté: užitečnost, nalezitelnost, důvěryhodnost, přitažlivost, přístupnost, hodnotnost a pro nás nejdůležitější použitelnost.

Proces zvyšování UX se poté nazývá UxD (user experience design). Zabývá se tím, jakým způsobem lze dosáhnout dobrého UX. Pojmy UCD a UxD se tedy prolínají a jeden by nemohl existovat bez druhého. UxD se zabývá tím, co uděláme a UCD tím, jak to uděláme. UxD, který se snaží o dobré UX, je tedy prostředkem, jak dosáhnout celkového UCD. Podrobněji tyto pojmy popisují v následujících kapitolách. Pro přehlednost na další stránce nalezneme hierarchické uspořádání mezi těmito pojmy.

Hierarchie

HCI (human-computer interaction) – NT

Computer/ machine (zařízení) – BT

UI (user-interface) – BT

HMI (human-machine interface) – BT

HCI (human-computer interface) – ET

MMI (man-machine interface) – ET

HVI (human-vehicle interface) – ET

Software (software) – ET

System (systém) – ET

Product (produkt) – ET

GUI (graphical user interface) – BT

Infotainment – BT

IA (information architecture) – BT

UCD (user-centered design) – BT

UxD (user experience design) – BT

UX (user experience) – BT

Vysvětlivky:

NT = narrower term (nadřazený termín)

BT = broader term (podřazený termín)

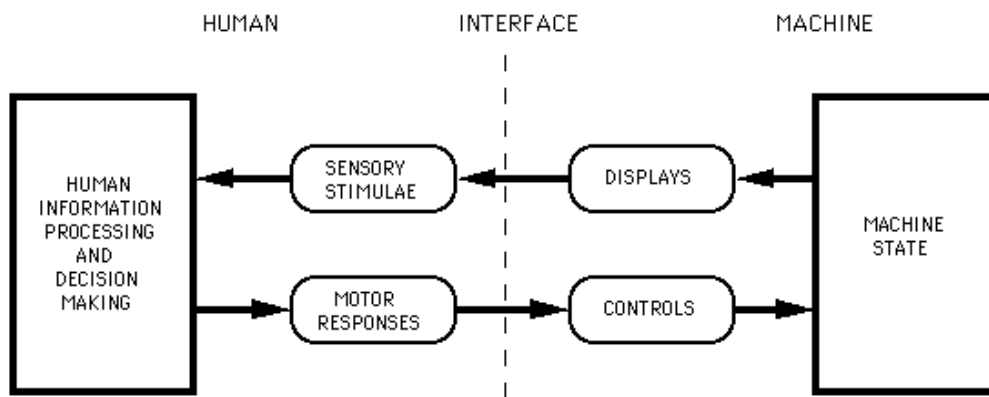
ET = equivalent term (ekvivalentní termín)

1.2 Uživatelské rozhraní

Nejprve bych ráda vysvětlila, čeho se pojem UX (user experience, uživatelský prožitek, uživatelská zkušenost), dále jen UX, týká a co je jeho oblastí zájmu. Předmětem zkoumání UX je uživatelské rozhraní. Uživatelské rozhraní neboli *user interface* (UI), dále jen UI, je způsob, jakým uživatel komunikuje s daným zařízením. V současném digitálním světě, nejčastěji v souvislosti s uživatelským rozhraním, hovoříme o rozhraní člověk-stroj (human-computer interface, HCI) neboli *human-machine interface* (HMI) či *man-machine interface* (MMI). Konkrétně pro automotive lze také použít pojem *human-vehicle interface* (HVI, rozhraní člověk-automobil), nicméně nejčastěji se používá označení HMI, jelikož označení MMI působí genderově nevyrovnaně, HCI se spíše využívá u rozhraní mezi člověkem a osobním počítačem a pojem HVI se zatím zcela neujal. Pokud tedy v práci hovořím o uživatelském rozhraní mezi člověkem (uživatel) a strojem (zařízením), používám pouze zkratku HMI.

„HMI se používá všude tam, kde přichází člověk do interakce s jakýmkoliv strojem“ (Haagh, 2011). Jedná se o rozhraní, skrze něž předkládá stroj informace o stavu procesu a přijímá příkazy uživatele. Při procesu vyhledávání slouží jako jakýsi prostředník mezi strojem a člověkem, kde HMI přináší interaktivní a komunikační data pocházející ze stroje i od uživatele a převádí je do společného rozhraní. Dle standardizační organizace ISO jsou uživatelským rozhraním (popř. i HMI) *„všechny součásti interaktivního systému (softwaru nebo hardwaru), které poskytují uživateli informace a ovládací prvky pro provádění specifických úkolů s interaktivním systémem“* (ISO 9241-210:2010, 2010).

Celý proces komunikace člověka se strojem je součástí oboru *human-computer interaction* (HCI, interakce člověk-stroj), kde je člověk koncový uživatel stroje a stroj je zařízení, na kterém uživatelské rozhraní pracuje. Interakce poté znamená zadávání požadavků člověkem (uživatel), který stroj následně vyhodnocuje a prezentuje zpět uživateli přes HMI. K ilustraci toho, jak celý proces funguje, použiji obrázek z článku MacKenzieho: *Input devices and interaction techniques for advanced computing* (1995).



Obrázek č. 1: *HCI*. Zdroj: MacKenzie, 1995.

Obrázek zjednodušuje HCI na tři komponenty. Člověka, který zadává dotazy do systému, stroj, na jejichž základě vyhodnocuje a zobrazuje dané odpovědi a události, které nastávají vzniklou komunikací mezi nimi.

Způsobů interakce uživatele se zařízením je několik, každý z nich má své přednosti a limity, a je proto vhodný v jiné situaci. Interakce mezi uživatelem a zařízením může probíhat pomocí příkazového řádku (kde je nutné znát příkazy ke komunikaci se zařízením a jejich syntaxi), pomocí různých gest, prostřednictvím hlasového ovládání v přirozeném jazyce apod. „*V současné době je ale nejrozšířenější technikou rozhraní s přímou manipulací, kdy uživatel komunikuje se strojem pomocí ukazovacího zařízení či dotyku prostřednictvím grafických prvků v uživatelském rozhraní, jako jsou ikony, menu, dialogové rámečky, okna a ovládací prvky v kombinaci s textem*“ (Červenková, Hořava, 2009, s. 16-18). Takové rozhraní se nazývá *grafické uživatelské rozhraní* (GUI, graphical user interface) a je to jeden z druhů HMI, které využívají i současné moderní palubní počítače (infotainmenty) v automobilu.

1.2.1 User-centered design

Pokud je design HMI zaměřený na uživatele, hovoříme o user-centered designu neboli UCD. Trojice autorů Baxter, Courage a Caine (2015, s. 4–9) popisují user-centered design jako návrh zaměřený na uživatele, který se zabývá potřebami uživatelů týkajícími se (user requirements) funkcí, jež by měl produkt zajišťovat.

Obecně je cílem UCD vytvořit takové HMI, které ctí uživatelské zájmy, zaměřuje se na to, co uživatelé skutečně chtějí, usnadňuje HCI, je použitelné, a tudíž zajišťuje příjemné

ovládání stroje způsobem, který odpovídá uživatelským cílům (tj. dosažení požadovaného výsledku). UCD se zaměřuje na vše, s čím uživatel přijde do styku, co vnímá, co se učí, co používá.

UCD nahradil dřívější *machine-centered design*, tj. design orientovaný na stroj (Červenková, Hořava, 2009, s. 16–17). Základní myšlenkou UCD tedy je, že by se mělo HMI přizpůsobit uživateli, nikoliv uživatel HMI. HMI by mělo být vytvořené s předpokladem, jak bude uživatel HMI využívat. Je tedy třeba s uživateli spolupracovat a zapojit je do celého procesu návrhu HMI (Mathilde, Osiurak, 2017, s. 2). Stejně tak článek z časopisu Usability First: Introduction to User-Centered design doporučuje zapojení uživatele do hodnocení, a to jak do prvních wireframů (jednoduchých drátěných modelů), tak do hodnocení finálního HMI. Díky tomu bude uživatel v budoucnu používat HMI efektivněji (Usability First, 2015).

Rozdíly mezi dřívější orientací na stroje a orientací na uživatele definuje následující schéma.



Obrázek č. 2: Rozdíly *machine-centered design* a *user-centered design*. Zdroj: IBM, 2006 cit. podle Pecla, 2006, s. 6.

Oblastí human-centered designu se zabývá i standardizační organizace ISO, která vydala standardizační normu ISO 9241-210: 2010 s názvem *Ergonomics of human-system interaction*, konkrétně její část s názvem *Human-centred design for interactive systems*, jež poskytuje požadavky a doporučení k principům a činnostem návrhu zaměřené na člověka v celém životním cyklu počítačových interaktivních systémů (ISO 9241-210:2010, 2010). I na

základě této normy by se měl uživatel zapojit do celého životního cyklu UCD, a to od prvotní strategie až po hodnocení systému.

Základní uživatelské požadavky na HMI, kterými by se měl UCD řídit, definoval V. Sklenák (2001):

- „Co nejkratší doba odezvy od zadání dotazu uživatele k odpovědi HMI,
- uchování užitečných údajů,
- ucelené HMI,
- možnost práce více uživatelů s HMI,
- možnost práce uživatele s více daty zároveň,
- trvalost uchování a minimalizace refundace dat,
- dotazovací jazyk blízký přirozenému jazyku,
- možnost zabezpečeného přístupu,
- jednoduché vyhledávání,
- efektivní přidávání, rušení a aktualizace dat,
- trvalá dostupnost bez časových omezení,
- minimální nutnost učení s HMI.“

Je však jasné, že s neustálým rozvojem technologií, se budou požadavky uživatelů stále měnit a rozšiřovat.

Bexter, Courage a Caine (2018, s. 12) navíc uvádí ještě další požadavky:

- „Dostupnost informací v anglickém, francouzském a španělském jazyce,
- dostupnost informací pro všechny sociální a věkové skupiny,
- dostupnost HMI také v mobilní verzi (iOS, Androids či Windows Phone),
- nutnost opětovné autorizace uživatele před provedením důležitého úkonu (např. nákup).

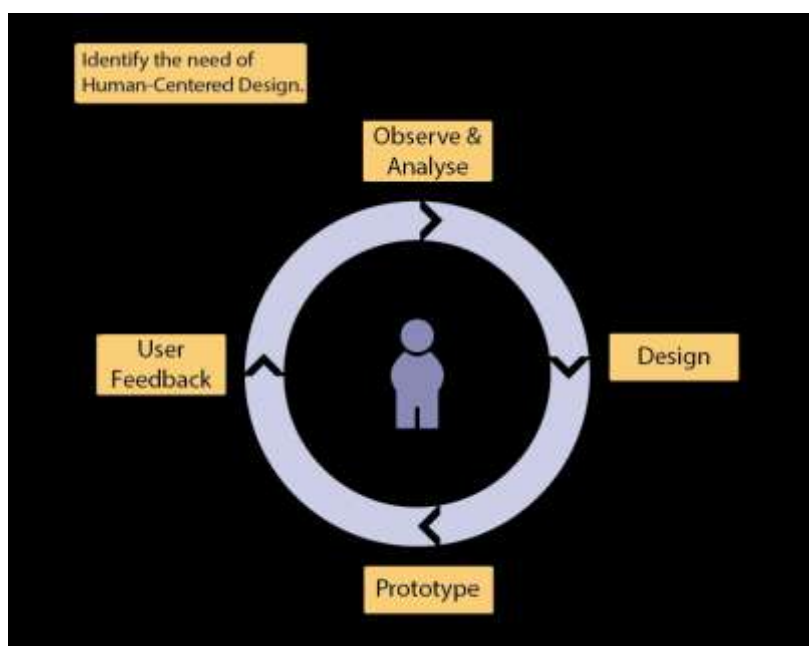
Hlavním úkolem designérů je tedy porozumět tomu, jaké jsou potřeby uživatelů, co uživatelé chtějí a jak jim pomoci toho dosáhnout. Základní kroky procesu, které jsou nutné ke splnění požadavků UCD, definovali B. Shneiderman a C. Plaisant (Shneiderman, Plaisant, 2005 cit. podle Červenkové, Hořavy, 2009, s. 19):

- „Zajištění potřeb uživatele – jak bude se HMI pracovat, co v něm bude vykonávat za činnosti.

- *analýza uživatele – jeho potřeby, dovednosti, zkušenosti, schopnosti a demografické informace, jako jsou pohlaví, věk, vzdělání apod., splnění standardů a norem pro tvorbu HMI,*
- *zajištění funkčnosti a konzistence HMI.*“

Obrázek č. 3 znázorňuje, že UCD představuje ucelený, stále se opakující životní cyklus vývoje HMI, který zahrnuje:

- tvorbu konceptu – definování cílů,
- design – specifikace cílové skupiny a jejích cílů,
- vývoj – tvorba jednoduchého prototypu HMI,
- hodnocení – získání zpětné vazby na prototyp (uplatnitelná v novém redesignu systému),
- další vývoj a hodnocení,
- implementace hotového produktu,
- další hodnocení atd.



Obrázek č. 3: *Životní cyklus human-centered designu.* Zdroj: Human-Computer Interaction Laboratory, 2014.

Goulda, Lewise a Rubin (1985) navrhují princip využití prototypů v testování k získání zpětné vazby od uživatelů.

Bexter, Courage a Caine (2015, s. 8–11) také doporučují testovat už prvotní prototypy s odůvodněním, že je daleko snazší změnit jednoduchý prototyp než hotový produkt.

Rubin a Chisnell (2008) toto tvrzení potvrzují s argumentem, že testování na jednoduchém prototypu umožňuje analyzovat uživatelský prožitek, popřípadě použitelnost ještě před dokončením finálního produktu, což šetří nejen čas, ale i peníze.

1.3 HMI v prostředí automotive

V této práci se zabývám konkrétně HMI v prostředí automotive. Z hlediska oboru HCI zde slovo stroj představuje automobil a uživatelské rozhraní (HMI), palubní počítač automobilu (zpravidla digitální obrazovka umístěna na palubní desce automobilu, se kterým uživatel komunikuje. HMI je zde tedy jakýsi portál k výměně informací člověka s automobilem, potažmo člověka s okolním světem, kde může řidič od automobilu získat informace o okolním prostředí, jako jsou např. dopravní a klimatické podmínky.

Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit kvalitu interakce mezi uživatelem a automobilem. Rozdělit je můžeme na vnitřní a vnější. Vnitřními faktory jsou charakteristiky řidiče (např. zkušenosti, motivace, věk, emoční stav a časový tlak). Faktory vnější zahrnují kontextové charakteristiky (např. mimořádné události a světelné podmínky) a vlastnosti samotného rozhraní (např. použitá informační architektura, modalita, barvy a rozpoznávání hlasu), za jehož tvorbou stojí designéři HMI, kteří mají přímý vliv na způsob, jakým uživatel interaguje se zařízením a provádí úkol (Mathilde, Osiurak, 2017, s. 3).

Ke správně nadesignovanému HMI musejí být tedy i v prostředí automotive brány v potaz principy UCD. Automobilové společnosti, designéři i UX specialisté mají zájem o to, aby jejich HMI co nejvíce odpovídalo požadavkům jejich cílové skupiny uživatelů, která se stále mění, a to vlivem změny sociálních a technologických trendů a preferencí spotřebitelů, rostoucích příjmů, digitalizace, změny životního stylu směrem k luxusu a komfortu apod.

Snaží se tedy, aby nabídli funkce s přidanou hodnotou, díky níž získají konkurenční výhodu, jelikož množství funkcí s každým modelem automobilu roste. Důležité je také zmínit fakt, že uspokojení potřeb a požadavků zákazníka je hlavní podmínkou k dosažení jeho žádoucí loajality vůči firmě.

Dnešní požadavky uživatelů na HMI v automotive sektoru bývají (Škoda, 2016, s. 5):

- „*Informace o stavu vozidla (např. čidla a senzory jednotek vozu (např. tlak v pneumatikách, stav kapalin),*
- *aktuální informace během jízdy (např. spotřeba, rychlost),*
- *informace o dopravě (např. možnost sledovat aktuální dopravní situaci),*
- *automatické tísňové volání se složkou integrovaného záchranného systému,*
- *zajištění zábavy (Wi-Fi, bluetooth a komunikace pomocí mobilního zařízení v automobilu (využití nejen na volání a psaní SMS či emailů, ale např. také na obsluhu oblíbených aplikací).“*

Do automobilu se tudíž nyní vzhledem k těmto požadavkům dostává tzv. *infotainment*. Jedná se o složeninu vzniklou z anglických slov *information* a *entertainment*, a tedy jde o spojení informací a zábavy. Infotainment obsahuje komponenty, jako je wi-fi modul, přijímač broadcastového vysílání frekvenčního pásma, navigační modul, diagnostika částí vozu, TV-tuner a modul k připojení mobilních zařízení. Řidič má nyní možnost využít nové moderní funkce, jako např. přehled statistik o jízdách, připojení mobilního telefonu, komunikaci přes sociální sítě apod. Infotainment je tedy rozšířením možností dosavadního palubního počítače, který slouží jako komunikační a informační prvek.

Ačkoliv tyto nové funkce mohou nabídnout uživateli značné pohodlí, otázkou je, jak moc jsou tyto funkce vhodné vzhledem k možnosti narušení koncentrace řidičů. S rostoucími informacemi a možnostmi totiž roste i míra odvádění pozornosti řidiče od jízdy.

Důležitou úlohou infotainmentů je tedy i zabránění přetížení řidiče informacemi (Hancock & Verwey, 1997), jelikož vzniklá nepozornost podle Blanca, Bievera, Gallaghery a Dinguse (2006) patří mezi hlavní příčiny dopravních nehod způsobené chybou řidiče. Tuto informaci potvrzují také výsledky výzkumu vedeným Centrem dopravního výzkumu, které vypovídají o tom, že „*nejčastější příčinou dopravní nehody z hlediska lidského faktoru je nepozornost*“ (Pecák, 2016) a také výsledky z Hlubkové analýzy dopravních nehod, ze kterých vyplývá, že „*pokud se stane dopravní nehoda se zraněním, nebo dokonce úmrtím účastníka, může za to v 46,5 procenta případů nepozornost řidiče. Na dalších místech statistiky příčin nehod jsou nepřizpůsobení rychlosti jízdy (9,5 procenta) a alkohol společně s drogami (7,3 procenta). Znamená to, že tuzemští řidiči pětkrát častěji bourají kvůli své nepozornosti než vinou příliš rychlé jízdy*“ (Pecák, 2016).

I z tohoto důvodu vznikají standardy a principy pro bezpečnost ve vozidlech, aby se zabránilo nehodám v důsledku nedostatečné koordinace mezi systémy vozidel a řidiči.

Ačkoliv nejnovější poznatky oboru najdeme v právě vyšlých vědeckých publikacích, obecně i velice konkrétní přístupy k tvorbě uživatelského rozhraní jsou normované. Existuje mnoho norem ze soukromého sektoru vydaných například společností Apple (Apple Human Interface Guidelines) nebo Microsoft (Microsoft User Interface Design and Development), především se však touto problematikou zabývají normy mezinárodní:

- ČSN EN ISO 6385 Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů (ČSN EN ISO 6385, 2004)
- ČSN EN ISO 13407 Postupy ergonomického projektování interakčních systémů (ČSN EN ISO 13407, 2000)
- ČSN EN ISO 9241–1 až ČSN EN ISO 9241–17 Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály (ČSN EN ISO 9241–1, 1998)

2 User Experience

UX, který je součástí softwarového inženýrství, se v dnešní době stal velmi oblíbeným pojmem a ve firmách mu přisuzují stále větší důležitost. Tento pojem označuje uživatelskou zkušenost (uživatelský prožitek). Jedná se o celkový pocit, který uživatelé mají při používání produktu a dojem, který v nich toto používání zanechá (Norman, Nielsen, 2018). UX se zabývá například celkovou přehledností HMI, výbornou informační architekturou (logikou rozložení jednotlivých prvků HMI apod.), intuitivností, rychlostí odezvy, jednoduchostí, srozumitelností informací, celkovou konzistencí apod.

Závěrem je tedy značně subjektivní názor uživatelů, zda jsou s produktem spokojeni či nespokojeni. UX je tedy velmi důležitou zpětnou vazbou na design produktu a určuje, zda bude produkt úspěšný či nikoliv.

Definice pojmu user experience je opravdu mnoho. Obecně se ale tento termín definuje jako „*prožitek, který má uživatel při interakci se softwarem*“ (např. Anderson, Wilson, 2010, str. 4).

William a Tullis ve své knize (2013, s. 4) definují tři základní charakteristiky UX:

- „*Je zahrnut uživatel,*

- *ten interaguje s HMI.*
- *UX je pozorovatelné a měřitelné.*“

Nielsen a Norman (2018) považují za cíl UX splnění potřeb zákazníka bez obav a obtěžování. Je dle nich nutné dbát na jednoduchost a eleganci produktu, aby byla radost ho používat.

Asociace profesionálů UX (cit. z Courage, Bexter a Caine, 2015, s. 4) definuje UX jako *„každý aspekt interakce uživatelů s produktem, službou nebo společností, který tvoří celkové vnímání uživatelů.“*

Courage, Bexter a Caine (2015, s. 4–7) nadneseně popisují UX jako prostředek, který pomáhá vylepšit technologie tak, aby co nejvíce vyhovovaly uživatelům.

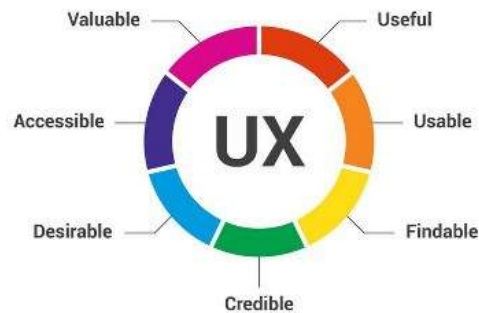
Tvůrci HMI a UX specialisté se proto snaží o design, který bude v uživateli probouzet co nejkladnější UX. Tento design označujeme jako user experience design (UxD). *„Cílem UxD je zlepšit spokojenost a loajalitu zákazníků prostřednictvím užitečnosti, snadnosti používání a potěšení poskytovaných při interakci s produktem“* (Kujala et al., 2011). Jde o pochopení potřeb a pocitů zákazníka a vytvoření uspokojení z naplněných cílů. UxD, který se snaží o dobré UX, je tedy prostředkem, jak dosáhnout celkového UCD.

UxD se zabývá všemi prvky, které společně tvoří HMI, včetně jejich rozvržení, vizuálního designu, textu, značek, zvuku a interakce. Inženýrství použitelnosti pracuje na koordinaci prvků, které umožňují co nejlepší interakci uživatelů. Takové třídění informací, jejich uspořádání a vhodné pojmenování tak, aby byl pro uživatele co nejjednodušší, lze také označit jako informační architekturu (Adaptic, 2015). Lze ji také definovat jako *„strukturální provedení sdílených informačních prostředí, kombinace organizačních, pojmenovávacích, vyhledávacích a navigačních systémů v rámci webových stránek a intranetů, umění a věda uzpůsobování informačních produktů a dojmů za účelem podpořit použitelnost a náležitost obsahu, vznikající disciplína a seskupení praktik zaměřených na přenos principů designu a architektury do digitálního prostředí.“* (Morville, Rosenfeld, 2006).

UX specialisté, informační architekti, business analytici apod. přicházejí k UX z různých oborů, včetně psychologie, sociologie, design marketingu, antropologie apod. (Farrell, Nielsen, 2014). Ke správnému UX je tedy zapotřebí znalost více vědních oborů. Nielsen a Norman (2018) také tvrdí, že aby bylo možné dosáhnout vysoce kvalitního UX, je nutné sloučit více disciplín.

2.1 Faktory ovlivňující UX

Peter Morville (cit. podle The Interaction Design Foundation, 2018) definoval sedm faktorů, které ovlivňují celkové UX. Lze na ně ale také pohlížet jako na části či atributy UX:



Obrázek č. 4: *Faktory ovlivňující UX*. Zdroj: The Interaction Design Foundation, 2018.

Z obrázku je patrné to, jaké podmínky by mělo HMI splňovat, aby bylo možné vyhodnotit kladný uživatelský prožitek:

- Užitečnost (Usefulness) – má pro uživatele nějaký smysl (např. zábava),
- Použitelnost (Usability) – umožňuje uživateli dosáhnout určitých cílů,
- Nalezitelnost (Findability) – umožňuje uživateli produkt/informaci snadno najít,
- Důvěryhodnost (Credibility) – vzbuzuje v uživateli důvěru v používání produktu,
- Přitažlivost (Desirability) – vzbuzuje v uživateli touhu produkt používat,
- Přístupnost (Accessibility) – umožňuje jeho používání všem uživatelům bez rozdílu (např. i handicapovanými),
- Hodnotnost (Value) – musí mít pro uživatele hodnotu.

V této práci se nejvíce zabývám použitelností jakožto jedním z hlavních a zcela zásadních pilířů (částí/aspektů) UX.

2.2 Použitelnost a jeho vymezení vůči UX

Při psaní této práce jsem se u různých autorů potýkala s nevyjasněnou terminologií a nepřesným vymezením pojmů UX a použitelnost. Následující autoři se snaží o jejich vyjasnění či vymezení vůči pojmu UI.

V knize od Williama a Tullise (2013, s. 5) lze nalézt upozornění na fakt, že pojmy UX a usability (použitelnost) se mnohdy zaměňují. Vysvětlují ale, že pojem UX, který se zaměřuje na zkušenosti uživatelů, přičemž zkoumá celkovou interakci uživatele s HMI a zajímá se o uživatelské myšlenky, pocity a jeho postoje k danému HMI, je nadřazený pojmu usability, který zkoumá, zda uživatelé úspěšně dosahují svých cílů. V praxi se ale tyto pojmy navzájem prolínají. Pokud nebude produkt použitelný a uživatelé budou mít obtíže dosáhnout nějakého cíle, budou z toho mít i nepříjemné pocity a uživatelský prožitek nebude kladný. Výborná použitelnost zlepšuje UX (nicméně není postačující k výbornému UX). Použitelnost lze tedy považovat za část UX, ale i za aspekt, který UX ovlivňuje (není však jediný).

Nielsen a Norman (2018) také poukazují na to, že je třeba mezi těmito pojmy rozlišovat. Nejprve však od pojmu UX odlišují pojem UI. Tvrdí, že kvalitní UI slouží jako podklad pro kvalitní UX, a je tak součástí návrhu. Použitelnost je atributem (vlastností) UX, který udává, zda se uživateli UI dobře používá. Všechny tři pojmy jsou tudíž navzájem provázané. Kvalitní UI je předpokladem dobré použitelnosti, která je předpokladem dobrého UX.

I v knize *Understanding Your Users* od autorů Courage, Bextera a Caina (2015) lze nalézt srovnání UX a použitelnosti. Zatímco použitelnost je dle nich objektivní (např. produkt je použitelný), UX je subjektivní (např. uživatel si odnáší určité pocity).

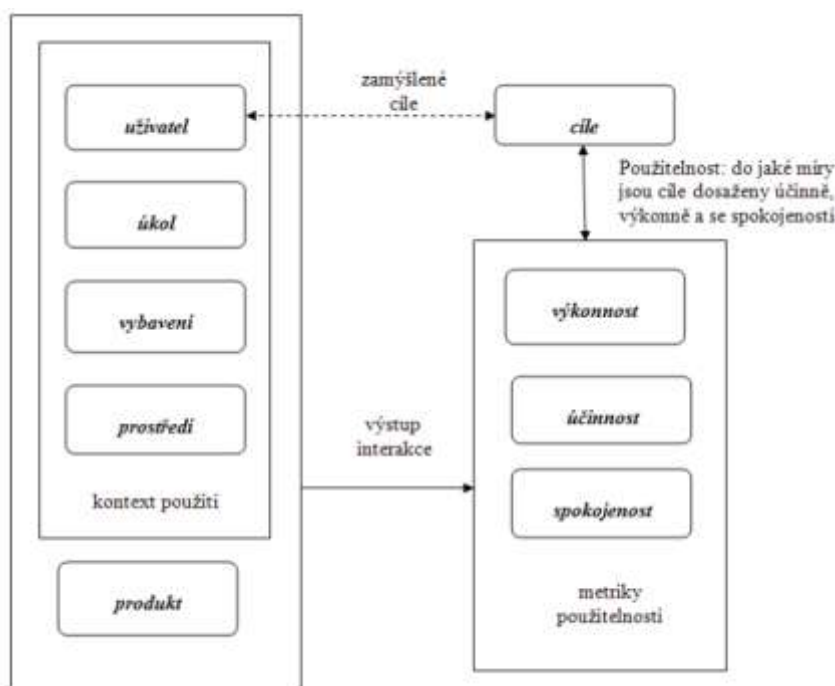
2.3 Definice použitelnosti

Tato práce se tedy zaměřuje na jeden z aspektů UX, a sice použitelnost. „*Tento termín slouží k označení stupně jednoduchosti či náročnosti, s jakou může uživatel vykonávat potřebné akce k dosažení požadovaného cíle.*“ (Stargen, 2000–2011). Použitelnost HMI je důležitou konkurenční výhodou. Pokud bude mít uživatel problémy s užíváním daného HMI, a tudíž s ním nebude spokojený, s největší pravděpodobností se k tomuto HMI nevrátí a dá přednost jinému, který mu bude vyhovovat. Firmy mají zájem o to, aby se díky použitelnému HMI zvýšily jejich ekonomické přínosy (tzn. více spokojených zákazníků, prodej více produktů, menší náklady na školení a aktualizace apod.).

Definic, které popisují čistě použitelnost, je opět velmi mnoho a k výčtu všech není v této práci prostor. Nejvíce používaná definice použitelnosti, již užívá i sdružení odborníků na

použitelnost – UPA (The Usability Professionals Association), popisuje norma ISO/IEC 9241-11, podle níž je použitelnost „*míra, do jaké může určitý uživatel (či skupina uživatelů) použít konkrétní produkt k dosažení stanovených cílů v konkrétním kontextu (uživatelé, úkoly, zařízení, prostředí) efektivně (správné dokončení úkolů, dokončení úkolů včas) a ke své spokojenosti*“ (ČSN EN ISO 9241-11, 1999). Norma také mimo jiné definuje, co by měl produkt splňovat, aby vyhověl podmínkám použitelnosti. Jedná se o:

- „*Efektivitu: přesnost a úplnost, s jakou specifický uživatel dokáže splnit konkrétní úkoly v konkrétním prostředí,*
- *výkonnost: úsilí vydané při dosahování těchto cílů s požadovanou přesností a úplností,*
- *uspokojení: pohodlí a přijatelnost systému pro uživatele a ostatní lidi, ovlivněné jeho užíváním.*“



Obrázek č. 5: Rámec použitelnosti. Zdroj: Norma ISO/IEC 9241-11.

Dle Goldberga a Wichanskeho (2002) je účinnost podobná konceptu produktivity, přesněji řečeno se používá k vyjádření vykonané práce za jednotku času. Nejčastěji se v rámci této metriky měří čas potřebný k splnění úkolu v poměru k počtu vzniklých chyb. Efektivita měří, jak dobře je uživatel schopen splnit daný úkol, např. na základě procentuálního zhodnocení kompletnosti řešení úkolu. Spokojenost lze vyjádřit po splnění úkolu skrze různá další šetření, např. hodnoticí škály opírající se o koncepty jako užitečnost, použitelnost, pochopitelnost a estetika (Goldberg, Wichansky, 2002).

Poměrně do hloubky se použitelností zabývají autoři Dumas a Redish. Použitelnost znamená, že lidé, kteří používají produkt, mohou rychle a jednoduše splnit úkol (vyhledat informaci, kterou potřebují).

Tato definice spočívá ve čtyřech bodech (Dumas, Redish, 1999, str. 4–8):

- „Použitelnost znamená zaměřit se na uživatele – je potřeba pracovat s lidmi, kteří jsou potencionálními uživateli produktu,
- lidé využívají produkty, které jsou produktivní – úkoly by měly být splnitelné za krátký čas a s co nejmenší námahou,
- uživatelné jsou zaneprázdnění lidé – je potřeba, aby práce s produktem byla svižná,
- uživatelé rozhodují, kdy je produkt jednoduchý na používání – nikoliv tvůrci produktu.“

Řezáč (2009) zase ve své publikaci na určení použitelnosti webu aplikoval pyramidu psychologa Abrahama Maslowa z roku 1943. Maslowova pyramida určuje pořadí, ve kterém by měly být naplňovány lidské potřeby. Pokud nejsou naplněny hodnoty ze spodních příček žebříčku, nemá smysl naplňovat potřeby z příček vyšších. Stejně tak při designu webu či jiného druhu HMI, se musí jeho vývojáři řídit tím, aby v první řadě splňoval technologické požadavky, v další pak požadavky na použitelnost, důvěryhodnost a nakonec požadavky na uživatelskou spokojenost (Bradley, 2010).



Obrázek č. 6: Maslowova pyramida webdesignu. Zdroj: Řezáč, 2009.

Dnes se použitelnost softwaru také často popisuje podle jednoho z předních odborníků na použitelnost webových stránek Jacoba Nielsena, který definuje tento pojem jako „atribut,

který posuzuje, jak lehce se uživatelské rozhraní používá. Slovo použitelnost také odkazuje na metody určené k zlepšení snadnějšího použití během procesu návrhu.“ (Nielsen, 2012). Zároveň Nielsen (2012) rozděluje použitelnost na několik částí, a sice:

- *„Naučitelnost (learnability): vyjadřuje, do jaké míry je uživatel schopen vykonat základní úkon při prvním použití HMI.*
- *Výkonnost (efficiency): výkonnost ukazuje, jak rychle je uživatel schopný začít pracovat s HMI poté, co se seznámil se základním designem.*
- *Zapamatovatelnost (memorability): vyjadřuje míru zapamatování struktury a chování HMI při provádění úkonu po jeho delším nepoužívání.*
- *Chybovost (errors): udává počet chyb, na které uživatel při práci s HMI narazí, jejich závažnost a možnost nápravy.*
- *Uspokojivost (satisfaction): vyjadřuje míru uspokojení uživatele při používání HMI.“*

HMI lze považovat za opravdu použitelné tehdy, jestliže uživatel udělá, co potřebuje rychle, bez jakéhokoli váhání a bez chyb. Použitelné věci by měly být užitečné, účinné, efektivní, lehce naučitelné, měly by být přístupné a přinášet určitou míru uspokojení (Rubin, Chisnell, 2008, s. 4).

Rubin a Chisnell definovali ještě jeden atribut, který jde ruku v ruce s použitelností, a sice přístupnost. Prvotně se jedná o získání nějakého produktu, aby mohl být splněn nějaký cíl (úkol). Především jde to, umožnit přístup všem bez rozdílu, tedy i těm, kteří jsou například zdravotně postižení (Rubin, Chisnell, 2008, str. 5).

Všechny výše uvedené definice použitelnosti mají některé společné rysy. Především se jedná o to, že do každé formulace použitelnosti je zapojen uživatel, který pracuje s určitým HMI a snaží se prostřednictvím něj dosáhnout svých cílů (například vyhledat informaci), a to co nejefektivněji, nejpřesněji a s co největší spokojeností. Je třeba brát také v úvahu, že by HMI mělo být designováno tak, aby vyhovovalo i běžnému uživateli, tzn. uživateli, který nutně nemusí být expert v používání jakéhokoliv HMI.

Je nutné také zmínit pravidla použitelnosti HMI, kterými by se měli jeho tvůrci řídit. Ta vycházejí ze zkušeností a studií různých odborníků jak na design HMI obecně, tak na jejich použitelnost. Vypracovali proto různá doporučení, která říkají, jak by mělo použitelné HMI vypadat a jakým způsobem by se měly realizovat jeho jednotlivé funkce. Pro

tyto principy se často používá označení heuristiky. Zde jsou hlavní principy použitelnosti s názvem: Pět pravidel použitelnosti (Lockwood, Constantine, 1999):

- *„Pravidlo přístupnosti – systém by měl být použitelný i bez předchozích zkušeností uživatelů a bez nutnosti pročítání dokumentace k systému.*
- *Pravidlo účinnosti – systém by měl být odlišen pro zkušené uživatele, aby je nezatěžoval se zbytečnými informacemi.*
- *Pravidlo vývoje – systém by měl usnadňovat nepřetržitý vývoj znalostí a dovedností a umožňovat postupné změny ve využívání.*
- *Pravidlo podpory – systém by měl podporovat skutečnost, že si uživatelé přejí, aby byl systém jednodušší, rychlejší nebo zábavnější nebo aby umožňoval nové věci.*
- *Pravidlo kontextu – systém by se měl nacházet v reálných podmínkách nebo skutečném prostředí provozního kontextu, v němž bude systém nasazován a používán. “*

Za jednoho z průkopníků pravidel použitelnosti by se dal také považovat výše zmíněný Jakob Nielsen, který definoval deset heuristik (článek: 10 Usability Heuristics for User Interface Design, 1995), které by se měly dodržovat při tvorbě interaktivního rozhraní:

- *„Viditelnost stavu systému – systém by měl vždy informovat uživatele o tom, co se děje, a to prostřednictvím vhodné zpětné vazby v přiměřené lhůtě.*
- *Boj mezi systémem a skutečným světem – systém by měl mluvit jazykem uživatelů, tzn. spíše slovy a frázemi známými uživateli než systémově orientovanými výrazy.*
- *Uživatelská kontrola a svoboda – uživatelé by měli mít možnost vrátit zpět omylem vybrané systémové funkce.*
- *Konzistence a standardy – uživatelé by si neměli klást otázku, zda různá slova, situace nebo akce znamenají totéž. Je proto nutné dodržovat konzistenci systému.*
- *Pomoc uživatelům rozpoznávat, diagnostikovat a obnovovat chyby – chybová hlášení by měla být vyjádřena v běžném jazyce (bez kódů), přesně označovat problém a konstruktivně navrhnout řešení.*
- *Předcházení chyb – ještě lepší než správné chybové zprávy je pečlivá konstrukce, která zabraňuje jejich vzniku.*
- *Redukce zatížení paměti – je nutné minimalizovat zatížení paměti uživatele tak, aby si nemusel pamatovat informace z jedné části dialogu do druhé.*
- *Flexibilita a účinnost použití – je žádoucí vytvořit systém tak, aby ho mohl používat jak uživatel zkušený i nezkušený.*

- *Estetický a minimalistický design – dialogy by neměly obsahovat informace, které jsou irelevantní nebo nepotřebné. Čím více bude v dialogu nedůležitých informací, tím méně bude viditelná informace důležitá.*
- *Nápověda a dokumentace – některé složitější systémy se neobejdou bez příslušné dokumentace, která pomůže uživateli systém používat. Ty však musí být snadno prohledávatelné, zaměřené na konkrétní úkoly a problémy a kroky k jejich vyřešení musí být srozumitelné.*

UX specialista, Steve Krug, definoval tři zákony použitelnosti (Krug, 2006, s. 19):

- *„Nenuťte mě přemýšlet.“* Po vstupu do HMI by uživatelům mělo být jasné, jakým způsobem jej používat bez toho, aniž by o tom museli nějak zvlášť přemýšlet. HMI tedy musí být maximálně intuitivní.
- *„Nezáleží na tom, kolikrát musím kliknout, pokud se jedná o bezmyšlenkovitou a jednoznačnou volbu.“* Cílem je, aby uživatel hned při prvním pohledu na HMI věděl, jak informaci získat.
- *„Zbavte se poloviny slov na každé stránce a poté se zbavte poloviny toho, co zbylo.“* Příliš mnoho informací může na uživatele působit až negativně.

Podobně jako Jakob Nielsen definoval zásady použitelnosti (tzv. Zlatá pravidla návrhu rozhraní) americký vědec Ben Shneiderman (cit. podle Wonga, 2018). Jedná se o:

- *„Udržení konzistence: V celém HMI by měla být dodržována konzistence pomocí známých ikon, hierarchie nabídek atp., kterou už uživatelé znají, a nemusí se tak složitě učit práci s tímto HMI.*
- *Použití klávesových zkratk: Ke zvýšenému užívání HMI, vzniká u uživatelů potřeba snížit počet kliknutí a čas potřebný k dosažení cíle. Klávesové zkratky, funkční klávesy, skryté příkazy a automatizované činnosti jsou velmi cenné pro zkušené uživatele.*
- *Informativní zpětné vazby: Na každou uživatelskou akci by mělo HMI reagovat nějakou zpětnou vazbou. U akcí, které nejsou časté a výraznější, by měla být odpověď více viditelná a naopak. Může se jednat například o změnu barvy písma po kliknutí na daný odkaz.*
- *Konstrukční dialogová okna pro ukončení: Po správném ukončení každého kroku, by měla být uživateli nabídnuta zpětná vazba.*

- *Nabídka jednoduchého zpracování chyb: HMI by mělo být navrženo tak, aby v případě objevení nějaké chyby zajistilo uživatelům pokyny k co nejrychlejšímu a jednoduchému vyřešení problému, např. označení chybného vyplnění pole v textovém formuláři.*
- *Snadné zrušení akce: Tato možnost zmírňuje úzkost uživatelů z toho, že své chyby při práci se systémem nemůžou vzít zpět (a to jak u jednoduchých akcí, zadanych dat nebo skupiny akcí). Tím je také podpořena jejich touha po zkoumání nových funkcí a možností.*
- *Podpora těžiště vnitřní kontroly: Je dobré dát uživatelům pocit, že mají plnou kontrolu nad událostmi, ke kterým dochází v digitálním prostoru.*
- *Redukce zatížení krátkodobé paměti: Lidská pozornost je omezená a my jsme v naší krátkodobé paměti schopni udržet jen pět položek najednou. HMI by proto mělo být co nejjednodušší, s řádnou hierarchií informací, aby uživatelé nebyli frustrováni v důsledku nutnosti sledování více věcí najednou.“*

Všechny tyto heuristiky jsou navzájem propojené. Pokud se jimi budou tvůrci HMI řídit, je velká šance, že bude toto HMI použitelné.

3 Obecné principy při hodnocení HMI

Hodnocení použitelnosti HMI je v kontextu inženýrství použitelnosti finální proces, který vede k odhalení problému. Tvůrci softwarových aplikací si uvědomují, že ačkoliv jsou přesvědčeni o tom, že je jimi vytvořené HMI zajímavé, jednoduché a přehledné, uživateli nemusí vždy vyhovovat. Proto se ho snaží pomocí různých metod hodnotit (testovat).

V odborné literatuře lze nalézt manuály, jak hodnocení použitelnosti HMI provést. V některých publikacích je možné se setkat s termínem *testování použitelnosti*, který je ale významově shodný s termínem *hodnocení použitelnosti* v publikacích jiných. Ve své práci testováním použitelnosti označuji pouze jednu z metod hodnocení použitelnosti, proto v některých publikacích kvůli přehlednosti termín testování použitelnosti (přičemž neoznačuje pouze konkrétní metodu) nahrazuji termínem hodnocení použitelnosti.

Specialista na informační architekturu Steve Krug poukazuje na možné interní rozepře mezi designéry a vývojáři, popřípadě jinými zaměstnanci firmy ohledně použitelnosti, kde každý člen týmu má svoje vlastní přesvědčení či názor, jak HMI designovat. Jedinou možností, jak zjistit, jaké grafické a obsahové prvky ovlivňují uživatelskou přívětivost, a tudíž, zda je HMI použitelné, je dle něho právě hodnocení použitelnosti. Každý nápad, který ohledně designu vzejde, nelze ihned přijmout či odsoudit bez jeho hodnocení (Krug, 2006, 107–111).

Jarrett a Stone (2005, s. 433–444) popisují proces hodnocení použitelnosti HMI, který je nutné dodržovat. Na začátku by měly být specifikovány požadavky na hodnocení použitelnosti (např. cena, časová náročnost), ze kterých by měla vzejít určitá hodnoticí strategie a hodnoticí plán. Poté je potřeba naplánovat samotné hodnocení použitelnosti, získaná data analyzovat a interpretovat. Dále je zapotřebí si položit základní otázku, zda je či není HMI použitelné. Pokud ano, nejsou zapotřebí žádné další změny a jejich hodnocení a lze přikročit k dalšímu vývoji produktu či k jeho dokončení. Pokud ne, je nutné celý proces opakovat do té doby, dokud nebudou požadavky použitelnosti naplněny.

V knize User Interface Design and Evaluation lze nalézt další cenné rady, díky kterým lze provést kvalitní hodnocení použitelnosti a kterými jsem se i ve svém výzkumu řídila.

Při uživatelském hodnocení použitelnosti HMI (tj. hodnocení, které využívá reálných uživatelů) se doporučuje splnění následujících podmínek (Goldberg, Wichansky, 2002):

- „Uživatelé jsou vybráni z určité cílové skupiny,
- uživatelé interagují systematicky s produktem nebo službou,
- produkt je používán v kontrolovaných podmínkách,
- je aplikován určitý scénář,
- jsou sbírána kvantitativní a kvalitativní data.“

3.1 Příprava a průběh hodnocení použitelnosti

Nyní se zaměřím na jednotlivé dílčí kroky hodnocení použitelnosti. Jedná se o zajištění všech formalit nutných k testování, výběr účastníků, realizace výzkumu a jeho vyhodnocení. Některé nutné kroky se u jednotlivých metod hodnocení použitelnosti liší (inspekční vs. uživatelské hodnocení).

Předmět testování

Testovat můžeme téměř cokoliv a kdykoliv. Nejlepší je ale začít s hodnocením co nejdříve, a to už v prvních fázích (od vzniku prvních hrubých skic a prototypů) vývoje HMI a hodnocení postupně opakovat až po vznik finálního HMI (Krug, 2006, s. 123).

Uživatelé

Pokud se výzkumník rozhodne testovat s reálnými uživateli, musí se zároveň rozhodnout, jaká je jeho cílová skupina, kolik uživatelů osloví a jak bude probíhat jejich nábor.

Nejprve je nutné si definovat cílovou skupinu. Její určení je „*nástrojem účinné a efektivní marketingové strategie, neboť znalost potřeb cílových skupin pomáhá při vývoji produktu, účinné cenové strategie, při výběru distribučních kanálů, tvoření a cílení reklamních sdělení i školení.*“ (Marketing Journal, 2009).

Jarrett a Stone (2005) tvrdí, že při výběru konkrétních uživatelů, kteří budou součástí hodnocení, je zapotřebí určit demografické faktory, které jsou u testovaného produktu zásadní (např. věk, pohlaví či vzdělání). Lze ovšem zvolit i jiná kritéria, která se vztahují k dané problematice.

Rubin a Chisnell dodávají, že je zapotřebí vybírat takové účastníky, kteří mají s produktem nějakou zkušenost, aby se nepotýkali s irelevantními překážkami (neznalost terminologie), které by vytvářely klamný dojem, že je produkt nepoužitelný. Naopak zapojení příliš zkušených uživatelů může rovněž vytvářet klamný dojem použitelnosti produktu. K odhalení chyb v použitelnosti je tedy dobré vybírat účastníky jak zkušené, tak nezkušené. Co se týče použití vlastních zaměstnanců jako účastníků testování, doporučuje se je vybírat pouze k testování vlastních firemních produktů.

K výběru vhodných uživatelů k testování v této práci, kteří by měli být součástí definované cílové skupiny, je zapotřebí sestavit tzv. demografický dotazník, který odhaluje vlastnosti a zkušenosti uživatelů, a vylučuje tak uživatele nevhodné.

Prokazatelně spolehlivou metodou je například vytváření person, díky kterým lze odhalit, zda je produkt vhodný pro všechny typy uživatelů či cílovou skupinu (Stone, Jarret, 2005, s. 42–50). Jedná se o detailní popis fiktivní osoby, která by mohla být vhodným konzumentem našeho obsahu či vhodnou osobou reprezentativní v konkrétním segmentu. Persony si lze představit jako profily lidí, pro které se obsah píše (Bayerová, 2016).

Steve Krug ale naopak tvrdí, že až tak nezáleží na tom, koho jako uživatele vybereme. Není tudíž potřeba strávit spoustu času vybíráním uživatelů, kteří budou podle našeho názoru přesně odpovídat naší cílové skupině. Ke kvalitnímu testování stačí, když uživateli budou lidé, kteří mají zkušenost s používáním média (např. telefon, počítač, internet apod.), na němž testované HMI poběží (Krug, 2006, s. 120).

Problematika počtu uživatelů testování je stále diskutovaným problémem, avšak Steve Krug tvrdí, že k hodnocení s výstupem s kvalitativními daty stačí tři, maximálně čtyři uživatelé. Hodnocení se třemi uživateli totiž s největší pravděpodobností odhalí skoro všechny podstatné problémy s použitelností HMI a také zmapuje potřeby uživatelů a navyšování počtu uživatelů by mělo jen minimální efekt (Krug, 2006, 118). K hodnocení s výstupy s daty kvantitativními je ovšem potřeba uživatelů daleko více.

Rubin a Chisnell (2008) tento názor potvrzují a uvádějí, že pokud je cílem odhalit tolik problémů s použitelností, kolik je jen možné, stačí v kvantitativním výzkumu čtyři až pět uživatelů.

Jakob Nielsen (2012) také zastává myšlenku, že ke kvalitativnímu výzkumu je pět uživatelů naprosto dostačující počet, který dokáže odhalit téměř tolik problémů s použitelností jako mnohonásobně větší vzorek. Při sběru kvantitativních dat považuje Nielsen (2006) za optimální číslo uživatelů dvacet, to podle něj poskytuje rozumné výsledky.

Technické zázemí, materiály

Aby bylo možné ohodnotit nějaký softwarový produkt, musí se zajistit místnost a vhodné technické prostředky, bez nichž nemůže hodnocení použitelnosti proběhnout. Nutnost speciálního vybavení se liší s různými metodami hodnocení použitelnosti, avšak v naprosté většině k ohodnocení daného produktu a k získání dostatečného množství dat k vyhodnocení stačí „*místnost se dvěma židlemi, počítač, otevřený nebo levný software a jen několik uživatelů.*“ (Krug, 2006, s. 118–121). K základnímu ohodnocení použitelnosti tedy není potřeba drahé technické vybavení (kamery, drahý software apod.) a speciální místnosti (např. s polopropustným sklem), za které je nutné vynaložit značné finanční náklady (Krug, 2006, s. 118). Faktem však zůstává, že díky technickému vybavení lze zaznamenat více informací než bez něho. Příkladem je použití kamery, která dokáže zaznamenat výrazy obličeje uživatele, jeho nejistotu či přemýšlení, které výzkumník nemusí vždy zachytit. Díky kameře se vytvářejí záznamy, které si poté může výzkumník (popř. všichni odborníci na

použitelnost) neustále přehrávat, a odhalovat tak problémy, které by bez takového vybavení jen stěží našli.

Je také nutné připravit si všechny materiály, které jsou k hodnocení použitelnosti HMI potřeba. Jedná se zejména o uvítací řeč, záznamový arch, testovací scénář, potřebné dokumenty – dotazníky, obrázky apod. a od roku 2018 také souhlas s poskytnutím osobních údajů.

Záznam hodnocení použitelnosti

K hodnocení použitelnosti je nutné si zvolit metodu záznamu průběhu celého hodnocení. Dle médií, která zachycují aktivitu uživatele, lze pořídit:

- Audiozáznam, který zachycuje komentáře uživatele.
- Videozáznam, zachycující reakce a emoce uživatele.
- Záznam obrazovky, nejčastěji pomocí programu, který sleduje interakci uživatele s HMI.
- Záznam očních pohybů, který zachycuje, kam se uživatel v daný okamžik dívá (tzv. eye tracking).

K co nejpřesnějšímu zachycení uživatelské aktivity se doporučuje spojení všech druhů záznamu, je ale velmi náročné je všechny časově sladit tak, aby bylo možné vytvořit jeden kompletní záznam, ze kterého by bylo možné vyhodnotit informace.

Průběh hodnocení použitelnosti

Obecně hodnocení použitelnosti začíná oslovením vhodných uživatelů, smlouvením místa a času hodnocení použitelnosti a setkáním uživatele a výzkumníka, ať už osobně, nebo vzdáleně (např. u metody vzdáleného testování). Po setkání se uživatel seznámí s průběhem hodnocení použitelnosti, s jeho cílem, poté podepisuje informovaný souhlas s tímto průběhem a s poskytnutím osobních údajů. Následně uživatel vyplňuje demografický dotazník, který má za úkol sbírat informace o věku, pohlaví, vzdělání či jiné údaje o daném uživateli. Může mu být také předložen tzv. předtestový dotazník či rozhovor, jenž několika otázkami zjišťuje, jak na první pohled HMI působí. Po ujištění, že uživatel nemá žádné otázky, které by chtěl výzkumníkovi položit, může začít samotná praktická část hodnocení použitelnosti. Její průběh se liší v závislosti na použité metodě.

Téměř vždy při použití jakékoliv metody ovlivňuje hladký průběh hodnocení použitelnosti (kromě důkladné předchozí přípravy a výborných technických podmínek) nejvíce moderátor (může být sám výzkumník) a jeho komunikační schopnost. Dumas a Loring (2008, s. 3) definují tzv. zlatá pravidla moderace:

- „*Rozhodnout se, jak se chovat na základě účelu testu,*
- *chránit práva účastníků,*
- *uvědomit si svou odpovědnost,*
- *respektovat účastníky jako odborníky,*
- *být profesionální, ale také originální,*
- *nechat účastníka mluvit,*
- *nezapomenout, že dát na intuice může škodit, ale i pomáhat,*
- *být nestranný,*
- *neodstraňovat žádné informace,*
- *zůstat stále seriózní.*“

Doplňují také, že moderátor má za úkol uživatelům poskytnout pohodlí, na začátku sezení je uklidnit a po celý průběh je nevystavovat stresu. Je také nutné jim vysvětlit, že se testuje daný produkt, nikoliv jejich schopnosti a dovednosti a pokud udělají chybu, je to vina použitelnosti HMI, nikoliv jejich.

Po ukončení praktické části výzkumu může následovat potestový dotazník či rozhovor, který má za úkol zjistit, jak se uživatel při hodnocení použitelnosti cítil, zda má zájem sdělit nějaké další postřehy či názory ohledně HMI či hodnocení použitelnosti jako celku, uživatel také může odpovídat na předem připravené otázky.

Poté výzkumník uživateli předá odměnu za účast na výzkumu (byla-li mu slíbena) a vyprovodí jej ven z testovací místnosti. Po zkontrolování dat následuje příprava na příchod dalšího uživatele či úklid testovací místnosti.

Vyhodnocení výsledků

Ať už se jedná o kvalitativní či kvantitativní výzkum, ke zjištění výsledků hodnocení použitelnosti je potřeba získaná data vyhodnotit, a to nejlépe ihned po testování, dokud je průběh v živé paměti výzkumníka. V případě kvalitativního výzkumu je potřeba provést obsahovou analýzu, v případě výzkumu kvantitativního analýzu statistickou.

Interpretace a prezentace výsledků

Posledním krokem je prezentování vyhodnocených dat (např. výzkumnému týmu) a následná interpretace. Je třeba mezi těmito pojmy rozlišovat. Prezentace znamená popis třídění dat a jejich dalších analýz, grafů, tabulek apod., interpretce poté výklad zjištěných výsledků, tj. objasnění významu výsledků, toho, co z nich vyplývá apod. (Riechel, 2009).

4 Představení metod hodnocení použitelnosti HMI

Zpravidla žádné HMI nelze navrhnout tak, aby vyhovovalo každému uživateli. Existují ovšem určité metody hodnocení HMI, které ukazují, jak dosáhnout co největší spokojenosti uživatele při práci s ním.

Míru použitelnosti HMI lze tedy testovat různými metodami, kterých je opravdu mnoho. Liší se od sebe např. výběrem uživatelů testu (odborník či uživatel), přítomností moderátora (moderované či nemoderované), časovou náročností, daty, která se testováním získají (kvalitativní či kvantitativní) či finančními náklady (Testování a hodnocení, 2010).

Důležité je vždy zvolit ideální metodu, kterou chceme otestovat konkrétní HMI, v konkrétní fázi s konkrétním vybavením a konkrétními požadavky a cíli firmy a neomezovat se pouze na metodu oblíbenou. Pokud nebude toto pravidlo dodrženo, může se stát, že po realizaci výzkumu výzkumníci zjistí, že nezískali informace, které potřebují. Je proto nutné nastavit metodu na míru. Ještě horší situací je žádný výzkum nerealizovat. Bez realizace výzkumu vznikne HMI založené na subjektivních pocitech a názorech vývojového týmu. Tyto názory se ovšem nemusejí nutně shodovat s názory cílové skupiny (budoucích uživatelů) a HMI se pro ně může stát nepoužitelné.

4.1 Typy hodnoticích metod

Metody jsou děleny dle různých hledisek, jako je typ získaných dat (kvalitativní či kvantitativní), v jaké fázi vývoje HMI chce výzkumník hodnocení provést (formativní

a sumativní), zda chce HMI hodnotit pomocí odborníků či testovat s reálnými uživateli (heuristické či uživatelské).

První důležité dělení metod je dělení na základě toho, s jakými daty metoda pracuje (kvantitativní či kvalitativní). Metoda využívající kvantitativní data ve formě jedné nebo více metrik (např. míra dokončení úkolů) popisuje skutečnost, která se zkoumá, pomocí znaků, které mají číselnou hodnotu. Výsledky se zaznamenávají statistickými metodami. Metoda využívající data kvalitativní se zajímá spíše o poznatky obsažené v pozorování. Jde například o názory uživatelů. Často se díky těmto metodám zjistí skutečnosti, které jsou kvantitativními metodami nezjistitelné. Oproti tomu metodami kvantitativními se získají přesná a ověřitelná data. Dalším rozdílem je, že kvantitativní metody využívají daleko více uživatelů než metody kvalitativní. Nejčastěji jsou ale spojovány dvě a více metod do jednoho výzkumu, aby se zjistila jak kvalitativní, tak kvantitativní data. Existují však i metody, kterými lze zjistit oba typy těchto dat, například testování použitelnosti (Badiu, 2017).

Dalším možným a často používaným dělením metod hodnocení použitelnosti HMI je dělení na formativní a sumativní testování. Formativní testy se používají v raných fázích vývoje HMI, kde je cílem otestovat prvotní návrhy, názory a nápady. Cílem formativních testů není označit HMI za použitelné či nepoužitelné. Výhodou formativních testů je rychlé odhalení a odstranění problémů už v raných fázích vývoje HMI, což šetří finanční náklady. Za nevýhody lze považovat poměrně velkou časovou náročnost, jelikož se prvotní návrhy musejí velmi důkladně analyzovat. Sumativní testy se naopak používají v konečných fázích vývoje HMI s cílem otestovat použitelnost HMI jako celku. Výstupem testů bývají statistické údaje o použitelnosti či nepoužitelnosti HMI. Další rozdíly mezi těmito dvěma druhy testů jsou v tom, že formativní testy zahrnují několik testů, kdežto testy sumativní pouze jeden a k provedení formativních testů je zapotřebí více uživatelů a daleko přísnější podmínky testování. Formativní testy pracují spíše se slovy, sumativní spíše s čísly (Kortum, 2016). Mezi výhody sumativních testů lze zařadit možnost srovnání výsledků s ostatními HMI.

V této práci je ale popsáno jiné z možných dělení metod, a to dělení na inspekční metody a metody uživatelského hodnocení. Důvodem, proč je zvoleno toto dělení a ne jiné, je, že každou metodu na rozdíl od jiných možností dělení lze přiřadit právě k jedné kategorii. Cílem mé práce je zabývat se především metodami uživatelského hodnocení, proto metody inspekce popisují stručněji.

4.1.1 Metody inspekčního hodnocení použitelnosti (Inspection methods)

Jedná se o metody, kde mají hodnotitelé za úkol vypracovat odborné analýzy o HMI. Od uživatelského hodnocení použitelnosti se liší tím, že není zapotřebí žádných uživatelů, kteří budou s HMI pracovat. Dílčí metody definuje Jakob Nielsen (1990) na svých webových stránkách:

- Heuristická analýza (Heuristic Evaluation) – spočívá v kontrole prvků v rozhraní za pomoci porovnávání jeho současného stavu s obecně platnými pravidly použitelnosti (heuristikami).
- Heuristický odhad (Heuristic Estimation) – spočívá v odborném odhadu očekávaného chování uživatelů.
- Kognitivní průchod (Cognitive Walkthrough) – spočívá v řešení simulovaného problému potenciálního uživatele.
- Pluralistický průchod (Pluralistic Walkthrough) – využívá skupinových setkání, kde uživatelé a vývojáři diskutují o všech prvcích rozhraní.
- Kontrola funkcí (Feature Inspection) – spočívá v kontrole všech funkcí, které jsou analyzovány z hlediska dostupnosti, srozumitelnosti a dalších aspektů použitelnosti.
- Kontrola konzistence (Consistency Inspection) – spočívá v kontrole HMI z hlediska jeho soudržnosti.
- Kontrola standardů (Standard Inspection) – spočívá v kontrole HMI z hlediska shody s normami a standardy.
- Formální kontrola (Formal Usability Inspection) – kombinace individuálních a skupinových kontrol.

Výhody inspekce jsou:

- Uplatňování uznávaných a přijatých zásad,
- možnost uplatnění v celém procesu vývoje HMI,
- efektivní identifikace zásadních problémů HMI z hlediska použitelnosti,
- rychlost,
- prostorová nenáročnost,
- organizační nenáročnost.

Nevýhody inspekce jsou:

- Oddělení od koncových uživatelů,
- nevidíme konkrétní problémy uživatelů s HMI,
- neznáme myšlenky, pocity a názory uživatelů,
- není možné vyhodnotit potřeby uživatelů,
- u složitějších HMI časová náročnost.

4.1.2 Metody uživatelského hodnocení použitelnosti (User Assessment Methods)

Uživatelské hodnocení použitelnosti spočívá v zapojení reálných uživatelů (tzv. user-centered metody), aby byl zajištěn co nejreálnější vhled do interakce uživatele s HMI. Slouží k poznání cílové skupiny uživatelů HMI. K těmto účelům lze využít řadu metod a nástrojů. Nejčastějšími user-centered metodami jsou dotazník, rozhovory, focus group, deníkové studie či počítačově vyhodnotitelné metody, například eye-tracking.

Metody uživatelského hodnocení použitelnosti mohou být součástí tzv. **triangulace metod** (tj. získávání dat různými postupy a způsoby, nikoliv pouze jednou metodou), například individuální rozhovor v kombinaci s dotazníkem k zajištění důkladného ověření a prokázání konkrétních otázek nebo bodů (Chowdhury, Chowdhury, 2001, s. 43).

4.1.2.1 A/B testování (A/B Testing, Split-Run Testing)

A/B testování je účinná metoda umožňující porovnat efektivitu více variant téhož HMI. Ze dvou testovaných variant se vybere ta, která přináší největší efekt (Bias, Meyhew, 2005). Touto metodou lze snadno zjistit, která verze daného HMI je pro uživatele použitelnější, a to prostřednictvím nepatrné změny určitého prvku HMI (např. barva, umístění, velikost). Princip tedy spočívá v provádění drobných změn a měření jejich efektu (King, Churchill, Tan, 2017, s. 45). Webová stránka Usability.gov (2018) definuje smysl metody A/B testing v „určení, která ze dvou alternativ HMI je lépe přijata cílovým publikem“. Lze například otestovat, který design webové stránky je uživateli více přijat, a tudíž přivede více zákazníků či na jaký prvek webové stránky budou uživatelé více klikat (KISK MU, 2017).

Jakob Nielsen (2013) navíc definuje další možnou variantu A/B testování, kde většina uživatelů vidí standardní design ("A") a malé procento vidí alternativní design ("B"). Každá verze je tedy podávána určité části uživatelů (Nielsen, 2005).

Výhodou je rychlost nasazení a jednoduchost vyhodnocení, nevýhodou je nemožnost testovat více změn najednou a závislost změn jedné na druhé. Vyhodnocení musí být měřitelné pomocí počítače (Bias, Mayhew, 2005).

4.1.2.2 Kartičkové třídění (Card Sorting)

Card sorting slouží k organizování většího množství pojmů (položek). Card sorting firmám pomůže porozumět očekáváním uživatelů, a pomáhá tak vytvářet uživatelsky orientovanou informační architekturu webu či jiného HMI. Informační architektura se týká organizace struktury HMI, označování obsahu a kategorizace informací a designu jednotlivých prvků. Tato technika pomáhá budovat strukturu informační architektury, jelikož umožňuje organizovat informace do kategorií, které přijdou uživatelům logické. Neexistuje žádné správné či špatné seskupení. Současně můžeme pomocí uživatelů zjistit, jak by měly být jednotlivé kategorie pojmenovány (HOM, 1998). Výborná informační architektura bude znamenat, že uživatelé dokončí požadovaný úkol velmi snadno. (Baxter, Courage, Caine, 2015, s. 304). To dle Spencera (2010, s. 4) znamená splnění třech kroků – organizace obsahu objektů, jejich jasný popis a poskytnutí uživatelům způsob, jak je najít.

„Cílem této metody je pochopit, jakým způsobem uživatelé o informacích přemýšlejí, jak vnímají vztahy mezi jednotlivými pojmy a jak je organizují – tedy odhalit mentální modely daného problému.“ (KISK MU, 2017). Jedná se o metodu kategorizace, kde uživatelé třídí karty zobrazující různé prvky uživatelského rozhraní do několika kategorií. Na základě toho je možné zjistit, jak je vhodné seskupit jednotlivé prvky a funkce do kategorií (např. menu). Card Sorting tedy představuje nástroj k seskupení většího množství dat do skupin, jež jsou následně pojmenovány.

Card Sorting lze rozdělit na otevřený (open card sorting) a uzavřený (closed card sorting). Rozdíl spočívá v tom, že u uzavřeného card sortingu uživatelé třídí termíny na kartičkách do předem stanovených kategorií a u otevřeného card sortingu uživatelé třídí termíny do kategorií, které si sami pojmenují. Vytváří tak skupiny, které jim dávají smysl. Hodí se zejména ke zjištění toho, jak uživatelé jednotlivým termínům na kartičkách rozumí a jak by

jednotlivé kategorie měly být pojmenovány. Lze také vyzkoušet kombinaci obou, a sice nejprve použít otevřený card sorting k pojmenování obsahových kategorií a poté uzavřený card sorting k třídění termínů do těchto zvolených kategorií (U. S. Department of Health & Human Services, 2018). Uzavřený typ card sortingu může být užitečný při přidávání nových informací k existující struktuře nebo při zodpovězení menších otázek ohledně struktury informací, o kterých je známo, že pracují dobře (Kuniavski, 2012, s. 202).

Výhodou této metody je, že *„pokud uživatelé představují uživatelskou populaci, pro kterou je HMI navrženo, pak bude výsledek odrážet informační architekturu HMI, kterou uživatelé očekávají.“* (Usability.net).

4.1.2.3 Testování oční kamerou (Eye Tracking)

Další formou testování je eye tracking neboli testování oční kamerou. Eye tracking je technika používaná jak ke sledování pohybu očí zkoumané osoby v daný moment, tak ke sledování sekvencí přesunu očí z jedné lokace na druhou. *„Nejčastějším výstupem z takového testování jsou tzv. heat mapy (teplotní mapy), které ukazují, kam se uživatelé dívají nejčastěji“* (KISK MU, 2017) či číselné posloupnosti očních pohybů po obrazovce. Výsledky této metody se používají zejména k pochopení způsobu ovládání přístroje (Poole, 2006).

Většina komerčních eye trackerů vyhodnocuje aktuálně sledovaný bod díky odrazu infračerveného světla od zornice a softwaru interpretujícího data z kamery (Poole, 2006).

Eye tracker může být nainstalován na hlavě uživatele, nebo postaven mimo hlavu uživatele, například na obrazovce stolního počítače – tzv. dálkové eye trackery. Eye trackery nainstalované přímo na hlavě jsou užitečnější v případě, kdy se počítá s velkým počtem pohybů hlavy a krku (např. během chůze, sportu či řízení). Na druhou stranu jsou tyto systémy poměrně drahé a složité. Také často zakrývají část zorného pole pozorovatele, takže je velmi obtížné pro subjekt zapomenout, že je nahráván. Eye trackery dálkové jsou mnohem nenápadnější a pro uživatele méně frustrující. Dokonce existují i systémy, které jsou schopny kameru skrýt úplně. Dálkové eye trackery jsou méně robustní a složité a jeví se jako levnější záležitost, ale na druhou stranu si tak dobře nepočínají s pohybem hlavy a krku, což může vyžadovat, aby byla hlava testovaného zafixována například opřením o podložku.

Výhodou této metody je, že přináší detailní analýzu očních pohybů, a lze tudíž poznat, kam se uživatel v daný okamžik dívá a jaká je jeho posloupnost očních pohybů. Nevýhodou je relativně vysoká cena eye trackeru a programu, který pořízená data vyhodnotí, nutnost neustálé kalibrace přístroje a náročné vyhodnocení dat.

Metodu eye tracking lze také kombinovat s metodami jinými, jako např. záznam pohybu myši po obrazovce či počet kliknutí, díky čemuž lze získat ucelenější obraz.

4.1.2.4 Testování použitelnosti (Usability Testing)

Zde vyvstává výše popsáný problém s nevyjasněnou terminologií, se kterou jsem se potýkala. Testování použitelnosti je pouze jednou z metod hodnocení použitelnosti. Někteří autoři ale pojmenovávají pojmem testování použitelnosti celý proces hodnocení použitelnosti, ať už byla zvolena metoda jakákoliv. V této práci je hodnocením použitelnosti myšlen celý proces a testování použitelnosti je pouze jedna metoda hodnocení použitelnosti.

Rubin a Chisnell (2008, s. 21) definuje testování použitelnosti jako: *„proces, který využívá lidských účastníků reprezentujících určitou cílovou skupinu jako testovacích subjektů pro zhodnocení toho, do jaké míry splňuje HMI určitá kritéria použitelnosti.“*

Testování použitelnosti může být dle autorů Goldberga a Wichanského (2000) definováno jako *„jedna z možných metod, která shromažďuje informace o informačním chování při přímé interakci uživatele s nějakým HMI.“*

Cílem metody je tedy sledovat jeho použitelnost, tzn. *„odhalit problémy s použitelností, sesbírat kvalitativní a kvantitativní data a určit účastníkovu spokojenost s HMI“* (Department of Health and Human Services, 2016 cit. podle Čejky, 2016, s. 37). Jde o metodu, která nabízí příležitost zkoumat systém za pomoci sledování samotné interakce účastníků s HMI a získat pohled co nejvíce odpovídající běžnému provozu. Testování použitelnosti se nesoustředí na to, zda je systém funkční, ale na to, jak uživatel dokáže se systémem pracovat tak, aby dosáhl svých cílů.

Uživatelé, kteří jsou součástí realizace výzkumu pomocí této metody, musí provést předem stanovené úkoly vytvořené tak, aby co nejlépe obsáhly reálnou práci s HMI. Během plnění těchto úkonů lze sledovat, jak uživatelé s HMI pracují, s jakými se setkávají problémy, jaký na něho mají názor a co by popřípadě změnili (Rubin, Chisnell, 2008). Výzkumníci tedy

analyzují záznamy a poznámky o úspěších, nedorozuměních, chybách a názorech hodnotitelů, pomocí nichž může vývojový tým okamžitě zjistit, do jaké míry jsou pravdivé jejich předpoklady o tom, jak lidé budou chápat informace obsažené v daném HMI a jaká je jeho použitelnost (Kuniavski, 2012, s. 273).

Testování použitelnosti může používat HMI s hotovým kódem, avšak čím dál častěji se začínají používat tzv. low-fidelity prototypy (modely s nízkou přesností), které jsou buď v papírové či v elektronické podobě. Nízká přesnost v tomto případě znamená, že modely využívané v testech nemusejí vypadat jako skutečné rozhraní, jež se testuje. Druhým typem prototypů jsou tzv. high-fidelity prototypy. Tyto prototypy s vysokou přesností se používají k napodobení skutečného rozhraní. Funkcionalitu v případě elektronických prototypů zajišťují pouze povrchově prototypové programy. Během práce s high-fidelity prototypy se vytvářejí jednotlivé akce, které simulují interakci mezi uživatelem a strojem – zobrazení konkrétního okna nebo zprávy, změna stavu apod. (Hom, 1998, s. 50–51). Výhody využití prototypů spočívají v odhalení chyb ještě před implementací, a to už v prvních fázích vývoje HMI, což šetří nejen čas, ale i peníze a energii zaměstnanců firmy. *„Dalšími možnostmi jsou testování již hotového HMI před oficiálním spuštěním či HMI, které už bylo implementováno.“* (Lazar, Jinjuan, Feng, Hochheiser, 2010, s. 252).

Pomocí testování použitelnosti lze poznat uživatele a díky tomu jim poté přizpůsobit HMI na míru (Dumas, Redish, 1999, str. 32–40). Testování použitelnosti je dle autorů Lockwooda a Constantina metoda, která dokáže odhalit základní nedostatky v informační architektuře a fungování HMI, avšak nedokáže být tak efektivní při hledání některých druhů problémů s použitelností. Dodávají, že je tudíž vhodné testování použitelnosti kombinovat i s ostatními metodami (Lockwood, Constantine, 1999).

Výhodou této metody je, že dokáže odhalit problémy s použitelností, které se nemusejí odhalit méně formálním testováním, a to včetně problémů týkajících se specifických dovedností a očekávání uživatelů (Usability.net). Jakob Nielsen tvrdí, že: *„testování použitelnosti je kvalitní metodou použitelnosti, která je v určitém smyslu nenahraditelná, protože poskytuje přímou informaci o tom, jak lidé používají dané uživatelské rozhraní a jaké jsou jejich konkrétní problémy.“* (Nielsen, 1993). Nevýhodou je například nemožnost srovnání výsledků s ostatními HMI.

Testování použitelnosti se může aplikovat na jakékoliv HMI, který uživatelé využívají (Dumas, Redish, 1999, str. 40). Tato metoda by se měla používat v každé fázi vývoje HMI,

tzn. v raných fázích k prozkoumání nových nápadů z hlediska použitelnosti HMI, zejména co se týče informační architektury, poté k ověření použitelnosti hotového HMI (Kuniavski, 2012, s. 273).

4.1.2.5 Individuální rozhovor (Individual Interview)

Individuální rozhovor je jedním z několika druhů rozhovorů, který probíhá pouze mezi dvěma lidmi, a sice mezi moderátorem a uživatelem. Jedná se o jednu z nejlepších metod, jak porozumět cílové skupině uživatelů. Probíhá formou individuálního moderovaného sezení, při kterém uživatel odpovídá na otázky, které mu pokládá moderátor. Ten musí rozeznat i tzv. nonverbální odpovědi, které uživatel explicitně nevyjádří (Baxter, Courage, Caine, 2015, s. 222). Moderátor si také dělá záznam o sezení, ať už ve formě zápisků na papír, či pomocí nahrávacího zařízení. Výstupem pak jsou poznatky o reakcích uživatele na dané HMI a jeho názorech a zkušenostech. Získávají se tudíž převážně kvalitativní data.

Individuální rozhovor může být strukturovaný, nestrukturovaný či polostrukturovaný. Nestrukturovaný rozhovor se využívá v počátečních fázích uživatelského hodnocení použitelnosti. Moderátor nemá přesně stanovený scénář a jeho cílem je zjistit co nejvíce informací o daném HMI. Blíží se běžné konverzaci. Rozhovor strukturovaný má specifický, předurčený scénář s předem stanovenými otázkami (které je možno doplnit i o doplňující otázky k nasměrování rozhovoru kýženým směrem), kterého se moderátor drží a v rámci něhož pokládá více specifických otázek (Usability Evaluation Methods). Dalším rozdílem je, že v prvním případě se používají otevřené otázky, a uživatelé mají tak v odpovídání volnost, v případě druhém se používají naopak otázky uzavřené, kde uživatelé musí vybrat z předem stanovených odpovědí. Je ovšem možné použít kombinaci strukturovaného i nestrukturovaného rozhovoru. V tom případě se jedná o rozhovor polostrukturovaný (Baxter, Courage, Caine, 2015, s. 222).

Gorman a Clayton (2005) zmiňují hlavní výhody individuálního rozhovoru, kterými je bezprostřednost, kdy jsou data získávána okamžitě po položení otázky, rychlost porovnání dat a osobní kontakt mezi uživatelem a moderátorem, s čímž souvisí i vytvoření prostředí k poznávání dané problematiky jak moderátorem, tak uživatelem. Jako další výhody lze zmínit možnost získat data od odlišných kategorií populace, data jsou komplexní, moderátor má kontrolu nad celým testováním, ať už se jedná o čas či sekvenci otázek, existuje možnost

upravení otázek v závislosti na uživatelových odpovědích či možnost vysvětlení smyslu otázek uživateli. Jako nevýhody lze uvést obtížnost analýzy dat získaných z ústního projevu, rizikem je také možnost ovlivnění uživatele moderátorem či nesrovnalosti ve výrociích uživatele z důvodu ztráty přehledu uživatele během příliš dlouhé konverzace (Chowdhury, 2001, s. 44).

4.1.2.6 Skupinová diskuse (Focus Group)

Skupinová diskuse, též nazývaná jako skupinový rozhovor, je rozhovor na dané téma, který je prezentován moderátorem se zhruba šesti až devíti uživateli z cílové skupiny. Od individuálního rozhovoru se tedy liší především počtem uživatelů během jednoho sezení. Cílem této metody je diskuse o problémech souvisejících s HMI. *„Prostřednictvím této metody lze získat informace o postojích, přesvědčeních, touhách a reakcích uživatelů na dané téma.“* (Usability.gov, 2018). Moderátor připraví seznam otázek, na které od uživatelů získá potřebné informace (KISK MU, 2017).

Tato skupinová diskuse dokáže zachytit spontánní reakce uživatelů a nápady, které mohou být během vývoje HMI velmi cenné (Usability Evaluation Methods). Během relativně krátké doby (zhruba 1–2 hodiny) lze tedy od skupiny uživatelů získat informace, které by se od jednotlivců získat nepodařilo. Diskuze focus groupu totiž stimuluje v uživateli stále nové nápady, které by je samotné nenapadly. Na druhou stranu se ale uživatelé mohou cítit před ostatními nervózní a mohou být neochotni mluvit. Tento problém ale musí řešit moderátor, který se snaží tiché uživatele rozmluvit a naopak příliš hovořící uživatele usměrňovat (Baxter, Courage, Caine, 2010 s. 341–354). Tato metoda tedy poskytuje výzkumníkovi jedinečnou příležitost vidět realitu z pohledu uživatele rychle, levně a snadno (Kuniavski, 2012, s. 142).

Jelikož se tato metoda používá poměrně dlouho, existují její různé modifikace, které je možné vyzkoušet. Jako příklad lze uvést možnost zahrnutí individuálních aktivit během skupinového focus group či vytvořit interakce s HMI (Baxter, Courage, Caine, 2010, s. 354–358).

Mezi výhody focus group patří rychlost získání dat od většího počtu uživatelů, vysoká flexibilita či možnost zaznamenání i nonverbální komunikace. Otevřené diskuse mohou vést k neočekávanému objevu skutečností, užitečným a cenným poznatkům (Chowdhury,

Chowdhury, 2001, s. 46–47). Další výhodou je, že si účastníci mezi sebou předávají rozmanité názory, kterými se mohou poučit (Usability.net).

Jako nevýhody lze zmínit obtížnost seskupení většího množství uživatelů do jednoho místa v určitý čas, riziko neustálého projevování se dominantní osoby, která tak potlačí osoby tišší, tendence uživatelů mít poslední slovo či nesnadnost nalezení reprezentativní skupiny uživatelů (Chowdhury, Chowdhury, 2001, s. 46–47).

Tato technika se může použít v jakékoli fázi vývoje, v závislosti na pokládaných otázkách. Nejčastěji se však používá v raných fázích vývoje, kdy je potřeba zjistit požadavky uživatelů a zhodnotit předběžný koncept s potenciálními uživateli. Jsou také užitečné pro doklady o koncepčních studiích, kde se diskutuje o zcela novém nápadu a testuje se mezi skupinou potenciálních uživatelů nebo dokonce o identifikaci a potvrzení charakteristik cílových uživatelů (Rubin a Chisnell, 2008). Metodu lze ale také aplikovat až po implementaci HMI k vyjádření spokojenosti uživatele s daným HMI (Hom, 1998).

Kuniavski (2012, s. 143) zmiňuje, že aby se zjistily konkrétní a detailní informace o požadavcích uživatelů na HMI, nejčastěji se užívá v kombinaci s ostatními metodami, jako je mapování, koláže a průzkumy.

Tato metoda je téměř totožná s metodou brainstorming, kde je shromážděna skupina lidí, kteří spolu hovoří o daném problému (Usability.net).

4.1.2.7 Kontextový rozhovor (Contextual Interview)

Kontextový rozhovor se zakládá na sledování toho, jak uživatel se systémem pracuje v určitém kontextu. Pozorovatel (moderátor) nejprve pozoruje uživatelskou práci ve známém prostředí, přičemž neplní žádné zadané úkoly podle předem stanoveného scénáře. Pozorovatel poté klade otázky, které umožňují pochopit uživatelské chování při práci s HMI (Hom, 1998).

Kontextový rozhovor může být opět použit v kombinaci s metodami ostatními (například bezprostředně po metodě testování použitelnosti), přičemž uživatel plní zadané úkoly a moderátor má pomocí doplňujících otázek možnost více pochopit uživatelské chování při práci s HMI. Tuto metodu lze použít v jakékoliv fázi vývoje HMI od prototypů až po finální HMI (Lazar, Feng, Hochheiser, 2010, s. 178–182).

4.1.2.8 Rozhovory nad fotografií (Photo Elicitation)

Rozhovory nad fotografií jsou ve vizuální sociologii metodou rozhovoru, která využívá vizuálních obrazů k vyvolání připomínek a ostatních informací od uživatelů. Typy použitých snímků zahrnují nejen fotografie, ale i video, obrazy, karikatury, graffiti a reklamu (Bignante, 2010).

Tato metoda se zakládá na jednoduché myšlence vložení fotografie do výzkumného rozhovoru. Hlavní rozdíl mezi rozhovory používajícími obrázky a rozhovory používajícími slova samotná spočívá ve způsobu reakce na tyto dvě formy reprezentace. Oblasti mozku, které zpracovávají vizuální informace, jsou totiž vývojově starší než části, které zpracovávají informace slovní. Proto fotografie aktivují vědomí mnohem více. Cílem rozhovorů nad fotografiemi je tedy zaznamenat, jak subjekty na fotografie reagují a jaké osobní významy jim přisuzují (Harper, 2002).

Mike Kuniavski (2012, s. 181) navíc dodává, že cílem této metody není nahradit slova fotografiemi, ale podněcovat v uživatelích výzkumu soustředění, což jim umožňuje tvořit smysluplná slova při jejich interpretaci. To poté pomáhá výzkumníkovi aplikovat tato slova do svého vlastního projektu. Fotografie by měly být vybrány záměrně tak, aby vyvolaly diskusi, a aby výzkumníkovi pomohly zodpovědět výzkumné otázky.

4.1.2.9 Koláže (Collages)

Podobnou metodou, jako je rozhovor nad fotografií, je metoda koláží. „*Při koláži uživatelé vytvářejí vizuální artefakt, který vyjadřuje jejich postoje, myšlenky, pocity a touhy. Využití této metody je vhodné zejména díky možnosti porozumění hodnotám, postojům, emocím a touhám uživatelů a zapojení uživatelů do designového procesu.*“ (KISK MU, 2017).

Díky této metodě mohou uživatelé vytvořit novou kompozici z existující sady prvků. Cílem této metody není vytvořit soudržný a konzistentní koncept, ale spíše poznat smýšlení uživatelů, což poté může pomoci v dalším vývoji HMI. Do koláže se mohou umístit jakékoliv prvky, například části fotografií, tvary, symboly nebo slova (Kuniavski, 2012, s. 189).

4.1.2.10 Mapování (Mapping)

Jedním z nejstarších principů použitelnosti je nabídnout vizuální reprezentaci informačního prostoru (Nielsen, 2008).

Mapování slouží jako vizuální znázornění vztahů mezi lidmi, objekty a prostory. Mezi hlavní výhody využití této metody patří možnost detailního porozumění tomu, jaké mají uživatelé návyky a preference a lze snadno porovnat různé uživatelské popisy (mapy) stejného místa, které uživatelé navíc definují a kategorizují. Pochopení, jaký mají lidé vztah k těmto místům, je rozhodující pro úspěch HMI (Kuniavski, 2012, s. 195). Tímto lze vytvořit základ v informační architektuře budoucího HMI.

4.1.2.11 Ankety (Surveys)

Ankety neboli průzkumy jsou velmi účinnou metodou, chce-li výzkumník zjistit informace od velkého množství uživatelů v relativně krátkém čase. Největším problémem je ovšem správný design takové ankety. Špatně vytvořená anketa totiž může způsobit, že získané informace budou nepřesné a zavádějící (Baxter, Courage, Caine, 2015, s. 265).

Na rozdíl od ostatních metod hodnocení použitelnosti, které dokážou poskytnout přehled o tom, co uživatelé dělají, proč to dělají a jak se při tom cítí, se tato metoda snaží kvantitativně zmapovat populaci uživatelů. Zodpovídají se například otázky, jaké je největší věkové zastoupení uživatelů, jaké jsou jejich zájmy, jaké mají preference, požadavky apod. Znalost publika může výzkumným pracovníkům pomoci zjistit, na koho by měli soustředit svůj další budoucí výzkum. Pokud je anketa připravena správně, může poskytnout vyšší míru jistoty o celkové populaci uživatelů než u použití pouze kvalitativních metod výzkumu (Kuniavski, 2012, s. 327-328). Hom (1998) ale uvádí, že ankety mohou být bez problému použity i k tomu, aby zhodnotily zákaznickou spokojenost s daným HMI. Taková zjišťování často určují problémy z hlediska použitelnosti.

Ankety nemusejí být pouze v papírové podobě, ale i v elektronické – tzv. online ankety. Online anketa je strukturovaný dotazník, kde uživatelé odpovídají na otázky přes internet, zpravidla vyplněním formuláře. Kvantitativní data se mohou následně přes systém zhodnotit (Usability.gov, 2018).

Nejčastěji se ankety používají v raných fázích vývoje HMI, a to zejména ke zjištění informací o cílové skupině či o možnostech a omezeních HMI. V případě existujícího HMI lze zjistit informace o uživateli, kteří HMI používají, zda se jim HMI líbí či nikoliv nebo o způsobu, jak s ním pracují (Baxter, Courage, Caine, 2015, s. 265). Hom (1998) ale dodává, že by se tato metoda měla použít ideálně ještě před implementací HMI.

4.1.2.12 Dotazníky (Questionnaires)

Dotazníky umožňují rychlý a relativně levný sběr dat od velkého množství lidí, a to buď v papírové nebo online formě. Pomocí dotazníků lze popsat cílovou skupinu a poznat charakteristiky, názory a postoje uživatelů. Tato zjištění lze poté zobecňovat na celou zkoumanou populaci (KISK MU, 2017). Dotazníky mají za cíl klást otázky týkající se různých aspektů konkrétního HMI. Kombinací odpovědí na tyto otázky je možné získat jak kvalitativní, tak kvantitativní data, která vypovídají o uživatelském prožitku a současně o použitelnosti tohoto HMI (Cairns, 2013).

Forma dotazníku musí být vhodně zvolena podle cílové skupiny dotazovaných. Otázky v dotazníku mohou být otevřené nebo uzavřené. Otevřené otázky slouží zejména ke zjištění postojů nebo názorů uživatelů. Uživatelé mohou na otázky odpovědět jakoukoliv vlastní odpovědí. Otázky uzavřené fungují tak, že dotazovaný vybírá z předdefinovaných odpovědí, nemůže tak zvolit odpověď vlastní (Půlpán, 2016). Výhodou uzavřených otázek je, že jsou uživateli snadno zodpověditelné a výzkumníky snadno vyhodnotitelné. Nevýhodou je, že uživatelé ne vždy naleznou relevantní odpověď, mají potřebu vybrat více odpovědí či se k otázce vyjádřit více.

Výhodou otevřených otázek je, že při jejich zodpovídání mají uživatelé daleko větší svobodu a výzkumníci se od uživatelů dozvědí mnohem více informací. Nevýhodou je složitost vyhodnocení z hlediska interpretace uživatelských myšlenek, kvantita informací a mnohdy i odlišnost vyjadřovacích prostředků (Chowdhury, Chowdhury, 2011, s. 41). Z odpovědí na uzavřené otázky jsou získány kvantitativní data, z odpovědí na otázky otevřené data kvalitativní (Půlpán, 2016).

Existují i standardizované dotazníky, které mají svou specifickou předem danou formu. Jedním z takových dotazníků je tzv. SUS analýza (SUS dotazník). SUS neboli System Usability Scale je speciálním typem dotazníku, který obsahuje celkem 10 otázek, na které lze

odpovědět pouze škálou s pěti odpověďmi od „rozhodně nesouhlasím“ po „rozhodně souhlasím“. SUS poskytuje rychlou a přehlednou zpětnou vazbu na použitelnost celé řady HMI, včetně hardwaru, softwaru, mobilních zařízení, webových stránek a aplikací. Její další výhodou je, že je pomocí vzorce snadno vyhodnotitelná. Výstupem je skóre 0–100, které vypovídá o použitelnosti či nepoužitelnosti HMI. Nejedná se však o procenta (Usability.gov, SUS, 2018).

„Pokud systém dostane 68 bodů, jeho použitelnost je průměrná. Hodnoty nad 80 bodů jsou výborné, naopak menší počet bodů než 50 vyjadřuje nepoužitelný systém, který je nutné změnit nebo nedesignovat“ (KISK MU, 2017).

Tato metoda může být použita v každé fázi vývoje, avšak opět platí, že nejideálnější je ji použít už od prvních fází vývoje (Hom, 1998).

Mezi výhody zvolení této metody patří její flexibilita, malé finanční náklady, anonymita uživatelů a možnost zvolení jejich vlastního tempa testování. Mezi nevýhody patří malý prostor uživatelů se vyjádřit k danému problému, nemožnost vložení doplňujících otázek pro vysvětlení uživatelské odpovědi a riziko podání neúplných, nepřesných či zkreslených odpovědí (Chowdhury, Chowdhury, 2011, s. 41–42).

4.1.2.13 Deníková studie (Diary Study)

Deníková studie je flexibilní kvalitativní metoda, při níž uživatelé zkoumané cílové skupiny zaznamenávají aktivity každodenního života, které jsou ve výzkumu relevantní. Tímto lze získat specifický vhled do života, emocí i denní rutiny lidí. Tato metoda je vhodná k dlouhodobějšímu mapování a popisu chování určité skupiny lidí (KISK MU, 2017). Kvalitativní data se sbírají od několika dnů do několika měsíců. Během stanoveného vykazovaného období jsou účastníci studie požádáni, aby u sebe deník nosili a zaznamenávali konkrétní informace o studovaných činnostech (Flaherty, 2016).

Forem, jak jsou tyto informace zaznamenávány, je mnoho. Jako příklad lze zmínit ruční zápis do sešitu, audiozáznam, videozáznam, zprávy, ať už hlasové či textové, nebo software, který umožňuje zaznamenávat informace o práci s HMI.

Deníkové studie můžeme rozdělit na strukturované a nestrukturované. Nestrukturované deníkové studie spočívají v tom, že uživatelé nepostupují dle stanoveného scénáře

(neodpovídají na předem stanovené otázky, neplní předem stanovené úkoly v předem stanoveném prostředí atd.), ale zapisují svoje zkušenosti podle svého nejlepšího přesvědčení. Naopak deníky strukturované využívají předem stanovené otázky, na které by uživatelé měli odpovídat (Bexter, Courage, Caine, 2015, s. 194).

Touto metodou lze získat informace o návycích uživatelů (např. kdy uživatelé s HMI pracují, jakým způsobem s ním pracují apod.). Je také možné ji doplnit o metody další (například o rozhovor), které slouží k objasnění informací získaných z deníku (Flaherty, 2016).

V HCI je tedy tato metoda využívána hlavně ke zjištění toho, jaké dlouhodobé zkušenosti mají uživatelé s používáním HMI nebo k vyjádření četnosti jednotlivých incidentů. Zkoumat lze implementovaná HMI či prvotní prototypy (Lazar, Feng, Hochheiser, 2010 s. 127–130).

Existují čtyři typy deníkových studií rozdělených dle toho, co dokumentují (Kuniavski, 2012, s. 245–247):

- Deníky používání (Usage diaries) – dokumentují konkrétní momenty používání HMI.
- Deníky pozorování (Spotter diaries) – určují, jak je přítomnost HMI důležitá v životě uživatelů. Na rozdíl od deníků používání mapují spíše jejich život než práci s HMI samotným.
- Deníky procesů (Process diaries) – dokumentují dlouhodobější aktivity uživatelů v čase a prostoru (např. koupi auta).
- Deníky chování (Behavior diaries) – prozkoumávají chování uživatelů v určitých situacích (např. jak uživatelé hospodaří s penězi).

Použití deníků používání a pozorování je užitečné, pokud existuje HMI, které je dostatečně stabilní, kdy deníky mohou otestovat, jak se uživatelům s HMI pracuje. Deníky procesů a chování jsou však užitečnější spíše v dřívějších fázích návrhu HMI, kdy je třeba ještě prozkoumat jeho budoucí vývoj (Kuniavski, 2012, s. 244).

Všeobecně je výhodou této metody zejména její flexibilita. Nezáleží totiž na čase ani na prostředí, kde budou uživatelé své poznatky o práci s HMI zaznamenávat. Další výhodou je, že u zaznamenávání dat nemusí být výzkumník přítomný, a ušetří tak spoustu času. Hlavní nevýhodou je často neochota účastníků výzkumu detailně zaznamenávat informace o svojí práci, o pocitech při ní, o jejich akcích a rozhodnutích, například v důsledku jejich zaneprázdněnosti. Další nevýhodou je obtížnost vyhodnocení dat zejména v důsledku kvantity

získaných informací. Jedním z důvodů může být také fakt, že poznámky uživatele mohou obsahovat slang specifický pro určité prostředí, kterému nemusí výzkumník vždy rozumět, a nemůže tak správně interpretovat uživatelské myšlenkové pochody (Chowdhury, Chowdhury, 2011, s. 49).

4.1.2.14 Pozorování (Observation)

Jelikož uživatelé ne vždy při práci s HMI postupují přesně tak, jak říkají, je vhodné si jejich tvrzení ověřit pozorováním přímo v akci. *„Metoda je vhodná pro pochopení a popis chování uživatelů či jako doplnění dat z ostatních metod, například rozhovorů.“* (KISK MU, 2017).

Pozorování může být buď zúčastněné či nezúčastněné. V zúčastněném pozorování se výzkumník chová tak, jak by se nejspíše choval uživatel, v pozorování nezúčastněném se práce s HMI výzkumník přímo neúčastní, pouze pozoruje uživatele při práci a dělá si poznámky (Chowdhury, Chowdhury, 2011, s. 45). Ve většině literatury je ale pozorováním myšleno právě pozorování nezúčastněné.

Mezi výhody nezúčastněného pozorování patří přímý kontakt mezi uživatelem a výzkumníkem, nevyžaduje téměř žádnou přípravu a umožní přímý vhled do uživatelské práce. Mezi nevýhody patří možnost odchýlení chování uživatele při pozorování od chování mimo pozorování, riziko získání nerelevantních informací, přičemž čas strávený nad pozorováním může být velký, nezachycení všech informací do detailu v důsledku svižné práce uživatele s HMI, vyžadování stálé pozornosti výzkumníka, možnost zkreslení získaných informací či neznalost detailních předchozích zkušeností uživatele. Z těchto důvodů je lepší tuto metodu kombinovat ještě s metodou think-aloud protokol (protokol přemýšlení nahlas), kdy je uživatel neustále vyzýván, aby nahlas výzkumníkovi sděloval své myšlenkové pochody, na co při práci myslí, kam přesně se kouká, co při tom prožívá za pocity apod. (Chowdhury, Chowdhury, 2011, 45–46).

4.1.2.15 Terénní studie (Etnography/ Field studies/ observation)

Terénní studie je pozorovací metoda, při které odborníci z oblasti použitelnosti sledují uživatele, kteří pracují s HMI a o této činnosti si dělají poznámky. Susan Farell (2016) definuje terénní studie jako „výzkumné aktivity, které se konají v přirozeném prostředí uživatele, nikoliv ve specializované laboratoři“, což tuto metodu odlišuje od metody pozorování, která v přirozeném prostředí být realizována nemusí.

Výzkumníci se tedy setkávají s lidmi při jejich obvyklých činnostech. Tato metoda přenáší výzkum do kanceláří, domů, obchodů, automobilů, veřejné dopravy, nemocnic, továren či na jakékoliv místo, které je důležité pro zvolené cílové publikum. Cílem terénních studií je pochopit, jak a proč lidé dělají to, co dělají. „*Jinými slovy terénní studie poskytuje informace o životním prostředí, v němž lidé žijí a pracují, které by jinak nebylo možné získat.*“ (Kuniavski, 2012, s. 213).

Metoda je vhodná ke komplexnímu poznání cílové skupiny. Jedná se o metodu, která spojuje metody kontextového rozhovoru a pozorování. Výzkumníci stráví určitý čas s celou pozorovanou skupinou, zkoumají jejich přirozené prostředí a každodenní chování a problémy, se kterými si cílová skupina potýká (KISK MU, 2017).

Terénní výzkum se obvykle provádí s jedním z následujících cílů: shromáždění informací o provádění úkolu (jak uživatelé provádí určitý úkol, proč s HMI pracují určitým způsobem apod.), porozumění potřebám uživatelů a získání vhledu do práce s HMI v uživatelském přirozeném prostředí (Farell, 2016).

Pozorování v terénní studii může být buď přímé, kdy je výzkumník během úkolu skutečně přítomne nebo nepřímé, kdy výzkumník uživatele vzdáleně pozoruje (uživatel je zobrazen jiným způsobem, například pomocí videozáznamu). Tato metoda je užitečná v počátcích vývoje HMI k získání kvalitativních dat o požadavcích uživatele (Usability Net).

Tato metoda je velmi podobná metodě testování použitelnosti, avšak na rozdíl od ní nevyužívá laboratorní prostředí, a umožňuje tak nevytrhnout uživatele z kontextu jeho reálného pracoviště. Umožňuje vidět provádění úkonů v reálném světě (Hom, 1998).

Tato metoda může být použita ve fázi testování a nasazení při vývoji HMI (Nielsen, 2003, s. 208).

4.1.2.16 Automatický zápis aktuálního užívání (Logging Actual Use)

V dnešní době je většina informačních systémů a ostatních HMI dostupná v online podobě, a lze proto pomocí různých nástrojů monitorovat jeho využití.

Metoda zápisu aktuálního užívání znamená, že software v počítači automaticky sbírá statistické údaje o podrobném použití HMI. Lze tak snadno získat kontextové a reálné údaje o používání HMI, jako například odkud pochází uživatel našeho HMI, jaké dotazy uživatel zadává, kdy uživatelé toto HMI využívají apod. U webových stránek lze ještě navíc zjistit specifické informace, jako např. název serveru a operačního systému, kód stavu serveru apod. (Chowdhury, Chowdhury, 2011, s. 50). Zápis aktuálního užívání také obvykle obsahuje statistiky o frekvenci, s jakou každý uživatel používá v systému jednotlivé funkce a frekvenci, se kterou se vyskytly různé zajímavé události (například chybové zprávy). Statistiky četností, používání příkazů a jiné systémové vlastnosti se mohou využívat k optimalizaci časté vlastnosti HMI a identifikaci funkcí, které uživatelé využívají zřídka nebo vůbec. Statistiky ukazující četnost různých chybových situací lze využít ke zlepšení použitelnosti hotového HMI nebo přináší cenné rady pro budoucí vývoj HMI. (Nielsen, 1993, s. 216–220).

Výhodou této metody je, že počítač sám ukazuje, jak uživatelé provádějí svou práci s HMI, a není tudíž potřeba zapojit do sběru dat žádného výzkumníka. Další výhodou je, že tato metoda dokáže shromáždit data od velkého počtu uživatelů pracujících za různých okolností. Je tedy časově i prostorově velmi flexibilní (Nielsen 1993, s. 2016–220). Co tedy dělá tuto metodu výjimečnou, je její schopnost poskytovat data skutečně obrovského rozsahu a detailů, která mohou být zaznamenána od každého, kdo se systémem pracuje (Nicholas, Herman, 2010, s. 153). Nevýhodou však je, že se tato metoda zaměřuje pouze na stávající uživatele, nikoliv na uživatele potenciální, podává nám informace pouze o tom, co uživatelé učinili za akci, nikoliv proč tak učinili a také její časová náročnost a náročnost na vyhodnocení výsledků. Dalším problémem může být také mnohdy neschopnost rozlišení mezi lidským a počítačovým uživatelem (Chowdhury, Chowdhury, 2011, s. 50–51) či nemožnost uživatelů zanechat poznámku s jejich názory nebo s potížemi, se kterými se při práci s HMI setkali (Jarrett, Stone, 2005, s. 476).

4.1.2.17 Metoda koučování (Coaching method)

Metoda koučování je taková metoda, kde výzkumník pokládá dotazy uživateli i uživatel výzkumníkovi. Výzkumník je v roli trenéra, který řídí uživatele směrem, kterým potřebuje, pokládáním vhodných otázek a zároveň odpovídá uživateli vhodnými instrukcemi tak, aby se dozvěděl potřebné informace o testovaném HMI. Uživatel se navíc dozví informace nutné k práci s daným HMI. Účelem této techniky je zjistit informační potřeby uživatelů, s jakými se potýkají problémy, čemu nerozumí a jaké mají dotazy. Na základě těchto poznatků lze případně HMI přepracovat, aby se tyto problémy do budoucna co nejvíce eliminovaly (Nielsen, 1993, s. 199–200).

Existují dvě varianty realizace této metody. Při první z nich je výzkumník v roli trenéra a zároveň zapisovatele a vyhodnocovatele získaných dat. Při druhé variantě jsou přítomni dva odborníci na použitelnost, z nichž jeden je v roli trenéra a druhý v roli zapisovatele dat, který sleduje interakci mezi uživatelem a HMI a mezi uživatelem a trenérem (Nielsen, 1993, s. 199–200).

Tato metoda vyžaduje kvalifikované a pečlivě připravené výzkumníky (trenéry), aby byli schopni rychle reagovat na nepředvídatelné otázky uživatelů (Nielsen, 1993, s. 199–200).

4.1.2.18 Spolu odhalující učení (Co-Discovery Learning)

Tato metoda spočívá v tom, že jsou uživatelé rozděleni do skupin po dvou a společně se snaží plnit zadané úkoly. Uživatelé si při práci s HMI mohou navzájem pomáhat, radit si a diskutovat, aby mohli společně splnit zadaný úkol (Usability Evaluation, 2008).

Během plnění těchto úkolů jsou uživatelé výzkumníkem sledováni, přičemž mohou být pobízeni, aby mu sdělili, o čem přemýšlejí, na co zrovna koukají a čím si nejsou jistí (tzv. think-aloud protokol), což umožní výzkumníkovi lépe pochopit provádění jednotlivých akcí (Hom, 1998).

Výhodou této metody pro uživatele je, že má vždy k dispozici pomoc druhého uživatele v případě, že si nebude umět poradit se zadanými úkoly. Výhodou pro výzkumníky je, že tato metoda dokáže přinést více poznatků než v případě, že bude nad zadanými úkoly pracovat pouze jeden uživatel. Tuto techniku lze aplikovat v jakékoliv fázi vývoje HMI (Hom, 1998).

4.1.2.19 Měření výkonu (Performance Measurement)

Tato metoda hodnocení použitelnosti HMI zkoumá výkon uživatelů při plnění úkolů týkajících se testovaného HMI. „*Výstupem jsou kvantitativní data, která měří, jak snadno, za jak dlouho, s jakými chybami a zda vůbec uživatel provedl zadané úkoly*“ (Nielsen, 2012). Metoda hodnocení výkonu tak dokáže zodpovědět výzkumné otázky, například jak ovlivní umístění daného prvku chybovost, kolik procent uživatelů klikne na daný prvek, jaký je počet chyb uživatele, jak dlouho trvá uživateli se z těchto chyb zotavit apod. Cíle musí být tudíž kvantifikovatelné, aby mohly být výsledky vyčíslitelné a ověřitelné. V této metodě by měl být brán v potaz tzv. experimentální účinek, kdy změna nezávislé proměnné (např. změna umístění prvku) ovlivňuje závislou proměnnou (čas potřebný k provedení úkolu). Hom (1998) ale upozorňuje, že změny mohou být nepatrné a pro některé společnosti zanedbatelné. Doporučený počet uživatelů k získání relevantních výsledků je pět až osm (Nielsen 1993).

Výhodou použití této metody je získání kvantitativních dat, která jsou ověřitelná a porovnatelná s ostatními HMI. Dále také nemožnost ovlivnění uživatele výzkumníkem, jelikož se provádí v laboratoři minimalizující neočekávané vyrušování. Speciální software navíc umožňuje shromažďovat přesné údaje (Nielsen, 1993, s. 191–194). Nevýhodou je, že měření výkonu vyžaduje velmi dobře promyšlené a propracované testy. Většina společností tudíž nemá na výzkum tohoto druhu čas nebo peníze. Uživatelé jsou navíc nuceni jednat přirozeně v nepřirozených podmínkách. Pomocí této metody nelze získat informace, které odhalí, proč uživatel činil tak, jak činil (Hom, 1998). Proto Nielsen (1993, s. 191–194) doporučuje použít tuto metodu v kombinaci s retrospektivními testy, post-testovacími rozhovory nebo dotazníky tak, aby mohly být získány jak kvantitativní, tak kvalitativní údaje.

Měření výkonu se nejčastěji používá v počátečních fázích návrhu HMI (Hom, 1998), avšak může se použít ve fázi nasazení HMI (Nielsen, 1993).

4.1.2.20 Protokol přemýšlení nahlas (Think-Aloud Protocol)

Protokol přemýšlení nahlas je metoda, která se spíše než samostatně používá v kombinaci s ostatními metodami (např. testování použitelnosti). Samotné použití metody by totiž nebylo efektivní.

V průběhu testu pobízí výzkumník uživatele, aby při interakci s HMI nahlas říkali své myšlenky, pocity a názory (Hom, 1998). Přemýšlení nahlas dovoluje výzkumníkům pochopit, jaké úvahy má uživatel při používání HMI a proč jednal tak, jak jednal (Jarrett, Stone, 2005). Pokud uživatel vyjádří, že je pro něj složité dosáhnout cíle, je pravděpodobné, že je HMI uživatelsky nepřívětivé.

Existují dvě varianty této metody:

- Rozhodující odpověď – vyžaduje, aby uživatel přemýšlel nahlas pouze během provádění určitých předem určených dílčích úkolů.
- Pravidelné hlášení – používá se, když je úkol složitý a pro uživatele je obtížné současně plnit úkoly a přemýšlet nahlas – uživatel v předem stanovených intervalech popisuje, čeho se v současné době snaží dosáhnout.

Ačkoli hlavní výhodou protokolu přemýšlení nahlas je lepší pochopení myšlenkových pochodů uživatelů při interakci s HMI, existují i další výhody. Například terminologie, kterou uživatel používá k vyjádření myšlenky nebo funkce, může být posléze začleněna do návrhu HMI (Nielsen, 1993, s. 195–198). Další výhodou je možnost získání okamžité zpětné vazby o HMI. Naopak nevýhodou je riziko rozptylování uživatelů v důsledku nutnosti přemýšlet nahlas, což může způsobovat i jejich pomalejší plnění úkolů, jejich celkové nepohodlí a vyčerpanost (Jarrett, Stone, 2005).

4.1.2.21 Protokol dotazování (Question-Asking Protokol)

Protokol dotazování se stejně jako protokol přemýšlení nahlas využívá k pochopení duševních pochodů uživatelů a nalezení problémů s použitelností daného HMI. Na rozdíl od protokolu přemýšlení nahlas, kde výzkumník uživatele pobízí, aby nahlas sdělovali, o čem přemýšlí, ale kladou navíc i otázky, na které musí uživatel odpovídat. Takto výzkumník získá přesně takovou informaci, která mu dokáže zodpovědět jeho výzkumnou otázku týkající se daného HMI. Tato metoda je tudíž přirozenější než metoda přemýšlení nahlas, protože uživatelé odpovídají na otázky, místo aby museli sdělovat každou svoji myšlenku (Usability.home).

Tuto techniku lze použít během jakékoliv fáze vývoje (Hom, 1998).

4.1.2.2 Vzdálené testování (Remote Testing)

Vzdálené testování se liší od ostatních metod tím, že během testování jsou uživatel a výzkumník odděleni v prostoru či čase. To znamená, že se uživatelé nenacházejí v testovací laboratoři, a výzkumníci proto nemohou sledovat testování přímo (Usability.home). Místo toho, aby si výzkumníci pozvali uživatele k sobě do speciální laboratoře, tedy mohou ze své kanceláře vzdáleně sledovat, jak účastník pracuje s HMI v jeho vlastním domě, v kanceláři nebo na jiném místě (Shade, 2013).

Vzdálené testování lze rozdělit na nemoderované a moderované.

1. Nemoderované

Nemoderované vzdálené testování spočívá v tom, že jsou úkoly dokončeny uživateli samostatně, bez zásahu a pomoci výzkumníka (moderátora). Uživatelé tak nemají podporu v reálném čase, a pokud mají nějakou otázku, potřebují vyjasnění nebo nemohou s HMI bez obtíží pracovat, nelze od moderátora získat okamžitou pomoc. Lze sice položit moderátorovi dotaz (například e-mailem), avšak až po skončení testování. Přestože s účastníkem není zajištěna interakce v reálném čase, některé nástroje ke vzdálenému testování umožňují, aby do testu byly implementovány předem definované doplňující otázky, které se uvedou po každé úloze nebo na konci zasedání. Neexistuje ovšem příležitost klást dotazy (jak uživateli, tak výzkumníkovi) přímo při plnění zadaných úkolů (Shade, 2013).

Existují dvě varianty nemoderovaného vzdáleného testování (Usability.home):

- Výzkumník se nachází na jiném místě než uživatel, ale ve stejném čase – zkoušející může testovací proces sledovat na obrazovce prostřednictvím počítačové sítě, a je tedy schopen slyšet vše, co uživatel během testu říká.
- Výzkumník se nachází na jiném místě i v jiném čase než uživatel – výzkumník nesleduje testovací proces v reálném čase, ale zpětně ze záznamu získaného speciálním softwarem, který je pro tento typ testu navržen.

2. Moderované

Druhým způsobem vzdáleného testování je vzdálené testování moderované, které umožňuje online spojení mezi uživatelem a výzkumníkem. Výzkumník může sezení moderovat podobně jako u uživatelského testování, které se odehrává v laboratoři za

přítomnosti výzkumníka i uživatele s rozdílem, že výzkumník komunikuje s účastníkem prostřednictvím telefonu, e-mailu nebo chatu. Výzkumníci i uživatelé tak mohou během i po dokončení úkolů klást druhé straně objasňující dotazy. Je ovšem velmi obtížné odhadnout, kdy je vhodné otázku ve vzdáleném testování položit. Mlčení na druhém konci linky může znamenat, že je uživatel zmatený, ponořen do obsahu, rozhlíží se nebo je rozptýlen (Shade, 2013).

Výhodou metody vzdáleného testování, ať už se jedná o moderované nebo nemoderované, je, že je poměrně levná a má široký rozsah použití (Usability.home), umožňuje snadné nastavení, získat rychlé výsledky za poměrně nízké náklady (např. odpadá nutnost speciálního vybavení laboratoře). Navíc odpadá výzkumníkům nutnost náboru uživatelů, kteří by museli přijít do testovací laboratoře. Je tedy vhodná pro výzkum, jehož cílová skupina je velmi geograficky rozptýlena. Mezi nevýhody patří malá podrobnost získaných dat, žádný způsob, jak objasnit nejednoznačné nebo nejasné pokyny uživateli, nemožnost požádat uživatele, aby vypracovali komentář k jejich úkonům či k HMI jako takovému, uživatelé mohou být nereprezentativní či neschopnost zajištění klidného prostředí (Morgan, Pernice, 2018). Další nevýhodou může být ohrožení bezpečnosti v případě, že je testováno citlivé, privilegované nebo duševní vlastnictví (Soucy, 2010). Příkladem může být testování prototypu vyvíjeného HMI, který může být zneužit konkurenční společností.

4.1.2.23 Retrospektivní testování (Retrospective Testing)

Retrospektivní testování znamená zpětné hodnocení uživatelských testů. Požadavkem na použití této metody je, že interakce uživatele s HMI musí být zaznamenávána a přehrávána.

Díky této metodě může výzkumník shromáždit další cenné informace, kterých si při testování nemusel všimnout, a vysvětlit tak chování uživatelů během testu. Může sloužit i jako záznam pro výzkumníky či jiné UX specialisty, kteří při testování nebyli přítomni. Je tedy vhodná jako doplňující metoda k metodám, u kterých je omezena interakce mezi výzkumníky a uživateli. Retrospektivní testování by se mělo provádět bezprostředně po provedení uživatelského testu. Tato metoda je důležitá při řešení závažného problému, kdy odborníci potřebují správně porozumět chování uživatelů (Nielsen, 1993, s. 198–199).

Nevýhodou použití této metody jako metody doplňující však je, že každý test trvá nejméně dvakrát déle (Nielsen, 1993, s. 198–199).

4.1.2.24 Vyučovací metoda (Teaching Method)

Vyučovací metoda je metoda, během které výzkumníci nejprve nechají zkušené uživatele, aby se s daným HMI seznámili, chvíli s ním pracovali, plnili zadané úkoly, a získali tak potřebné zkušenosti a odborné znalosti. Každý tento zkušený uživatel poté předá nabyté zkušenosti uživatelům méně zkušeným (nováčkům), kteří s HMI nikdy nepracovali. Nezkušené uživatele výzkumníci požádají, aby aktivně dané úkoly neřešili, ale nechali si zkušenými uživateli vysvětlit, jak HMI funguje a jak dosáhnout stanovených cílů (Pawan, Helander, 1995).

4.1.2.25 Snímky obrazovky (Screen Snapshots)

Snímky obrazovky je metoda, kdy uživatel během plnění úkolů v různých časech vytváří záznamy (snímky) obrazovky. Uživateli je poskytnut speciální program, ve kterém provádí zadané úkoly a také program, který tyto záznamy umožňuje. Navíc obdrží také instrukce, jak je vytvářet (Hom, 1998).

Je také možné pořizovat přímo záznamy obrazovky, kdy nejsou pořizovány snímky, ale videa.

Snímky obrazovky se často kombinují s dalšími metodami, např. vzdáleným testováním. Tuto metodu je nejlepší používat v raných fázích vývoje HMI (Hom, 1998).

4.1.2.26 Samo-reportující zápis (Self-Reporting Logs)

Jedná se o metodu, která je velmi podobná vzdálenému testování. Na rozdíl od něj ale informace o činnostech odehrávajících se mezi uživatelem a HMI nezaznamenává program automaticky, ale sám uživatel. Nevýhodou je, že uživatel není schopen zaznamenávat veškeré své aktivity při provádění úkolu a také to, že během testu není přítomen žádný pozorovatel,

a nelze proto zkoumat výrazy obličeje či jejich komentář. Není ani možné ho pobízet, aby přemýšlel nahlas (Hom, 1998).

Tato technika se aplikuje v raných fázích vývoje HMI. Využívá se hlavně tehdy, když není dostatek času či financí na zajištění potřebného programu, který by monitoroval práci uživatele se systémem automaticky (Hom, 1998).

5 Uživatelské hodnocení použitelnosti konkrétního HMI

5.1 Předmět testování

Vzhledem k vysoké míře utajení v automotive firmách bylo nemožné hodnotit HMI (infotainment) v jakékoliv fázi vývoje. Proto jsem se po domluvě s firmou rozhodla testovat prototyp infotainmentu (ve fázi plánování), který vytvořil student Univerzity Karlovy v rámci předmětu „*Uživatelské rozhraní v automotive*“ a zvítězil s ním v soutěži o nejlepší studentský prototyp infotainmentu. Od tohoto studenta jsem dostala písemný souhlas s využitím jeho vytvořeného prototypu k účelům praktické části diplomové práce.

Tento prototyp s vysokou přesností (high-fidelity prototyp) slouží k napodobení skutečného budoucího rozhraní. Funkcionalita je v případě elektronických prototypů zajištěna pouze povrchově v prototypovém programu Axure. Pomocí tohoto programu jsou vytvořeny jednotlivé akce, které simulují interakci mezi uživatelem a HMI – zobrazení konkrétního okna nebo zprávy, změna stavu apod. Výhodou použití prototypů je odhalení chyb ještě před implementací (v prvních fázích vývoje HMI), což šetří nejen časové, ale i finanční náklady firmy.

Steve Krug ve své knize „*Nenuťte uživatele přemýšlet*“ tvrdí, že by se rozmístění, pojmenování a grafické zobrazení prvků mělo definovat dle určitých zvyklostí. Lépe řečeno, že by rozhraní mělo vypadat tak, jak je na něj uživatel zvyklý ze svých nynějších či předchozích elektronických zařízení. Už dlouhou dobu existují rozhraní, jejichž prvky (dlaždice) stmeluje mřížka. Uživatelé jsou na něj zvyklí, vědí, co od něj očekávat, vědí, co kde najdou a jak je co značené.

Toto rozhraní se ovšem těmto zvyklostem vymyká. Na první pohled se od námi známých rozhraní liší. Rozhraní sice také využívá dlaždice, avšak nejsou ukotveny v mřížce, ale v jakési hvězdici. Jedním z cílů je tedy zjistit, zda uživatelé toto nové řešení ocení a jejich uživatelský prožitek bude lepší či jim bude spíše překážet a z rozhraní nebudou mít dobrý dojem.

5.2 Cíl testování

Primárním cílem testování zvoleného HMI bylo porovnání dvou vybraných metod hodnocení použitelnosti HMI, které jsou vhodné na hodnocení konkrétního HMI v dané fázi vývoje a v daném prostředí. Metody jsem vybrala především na základě požadavků firmy Škoda Auto, a.s. a její externí firmy Digiteq Automotive, a.s., které stanovili její odborníci v oboru UX a použitelnosti HMI a také na základě povahy daného HMI (fáze plánování). Požadavky firmy mohou být například testovací prostředí, její časové a finanční možnosti, požadavky na lidské zdroje apod.

Nejvhodnější metody zvolené na základě požadavků firmy následně porovnáám v rámci kritérií, jako je časová náročnost, finanční náročnost, náročnost na vyhodnocení dat apod. Výstupem je určení silných a slabých stránek vybraných metod.

Dílním záměrem testování je také samotné odhalení chyb, které brání v použitelnosti zvoleného HMI.

5.3 Postup výběru nejvhodnějších metod

S ohledem na zvolený cíl byly stanoveny tyto dílní kroky:

Nejprve jsem vypracovala tabulku, která přehledně sdružuje všechny metody hodnocení použitelnosti popsané v teoretické části práce.

Dále bylo nutné zjistit požadavky vyplývající z povahy daného HMI a požadavky firmy, na základě nichž je poté možno vybrat dvě metody, které se nejvíce hodí k otestování konkrétního HMI. Požadavky firmy jsem získala během své stáže ve firmě.

A konečně jsem vytvořila případovou studii, která dvě vybrané metody porovnává a určuje jejich silné a slabé stránky. Metody se porovnávají na základě stanovených kritérií (viz výše).

Tento proces bylo nutné absolvovat proto, aby se pouze slepě neporovnávaly dvě metody, které jsou na první pohled nejvhodnější, ale tento výběr byl podpořen předchozím šetřením mezi odborníky. Metody jsem vybrala tudíž tak, aby dokázaly co nejlépe otestovat použitelnost konkrétního HMI, a to dle představ a podmínek dané firmy.

Celý cyklus hodnocení použitelnosti HMI popisují od počátku testování přes shromáždění dat během pilotního a následně ostrého testování až k vyhodnocení dat, na jehož základě je možné vytvořit zprávu o testování, která pojednává o získaných důležitých informacích.

5.3.1 Požadavky firmy

Jednou z nejdůležitějších částí práce bylo stanovení požadavků firmy.

Požadavky byly stanoveny firmou Škoda auto, a. s., a její externí firmou Digiteq Automotive, a.s., konkrétně jejich UX oddělením.

Na základě šetření ve firmě bylo stanoveno několik požadavků ovlivňujících výběr nejvhodnějších metod:

1. Časová nenáročnost – prvním z požadavků byla co nejmenší časová náročnost.
2. Možnost záznamu obou typů výstupních dat – dalším požadavkem bylo, aby metoda umožňovala získat oba typy výstupních dat, tj. jak data kvalitativní, tak data kvantitativní.
3. Finanční nenáročnost – dalším požadavkem byla co nejmenší finanční náročnost.
4. Nenáročnost vyhodnocení dat – dalším požadavkem bylo, aby metody nebyly příliš náročné na vyhodnocení (souvisí s časovou náročností).
5. Fáze plánování HMI – posledním požadavkem bylo, aby byla vybrána taková metoda, která se hodí k testování HMI v rané fázi vývoje (fáze plánování).

Prvním požadavkem firmy byla časová nenáročnost. HMI, které v této práci testuji, se nachází v rané fázi vývoje, a je potřeba provést mnoho dalších testování, kde je rovněž nutné, aby jednotlivá testování nezabrala mnoho času. Nebrala jsem tedy v úvahu ty metody, jejichž příprava, realizace a vyhodnocení je velmi časově náročná.

Další požadavek na typ výstupních dat opět zmenšuje množinu možných metod na ty, které poskytují jak kvantitativní, tak kvalitativní data. Dle firmy je totiž potřeba zvolit metodu, která dokáže zaznamenat jak kvantitativní data, která se snadněji zaznamenávají a umožňují vyjádřit důležité informace, jako například preference uživatelů, které je možné číselně vyjádřit, tak data kvalitativní, které zachycují jejich subjektivní pocity, názory a připomínky.

Požadavek na finanční nenáročnost omezuje výběr na ty metody, které nejsou finančně náročné. Jedná se o HMI v rané fázi vývoje, proto není firma ochotná vynakládat na jeho hodnocení příliš velké finance. Požadavek finanční nenáročnost velmi souvisí s požadavkem na nenáročnost časovou.

Posledním požadavkem byla vývojová etapa. HMI se nachází v rané fázi vývoje. V úvahu proto přicházejí pouze ty metody, které je možné použít ve fázi plánování daného HMI.

5.3.2 Nejvhodnější metody

K zajištění výběru dvou nejvhodnějších metod byla vytvořena tabulka, která zachycuje všechny metody zmíněné v teoretické části práce. Po zanesení všech požadavků firmy jsem vyřadila metody nevyhovující a ponechala pouze vyhovující.

Nejvíce množinu potenciálně vhodných metod zúžil požadavek na „*možnost záznamu obou typů výstupních dat*“, tzn., aby metoda umožňovala zaznamenat jak data kvalitativní, tak data kvantitativní. Nemohly být tudíž vybrány metody jako card sorting, focus group, rozhovory nad fotografií, mapování, koláže, ankety, deníkové studie, metoda koučování, metoda spolu-odhalujícího učení, měření výkonu, pozorování, protokol přemýšlení nahlas, retrospektivní metoda, vyučovací metoda, snímky obrazovky ani samo-reportující zápis.

Další požadavek, který výrazně zúžil množinu, je „*fáze plánování HMI*“. Množina se zúžila na ty metody, které se nehodí k testování HMI, jež se nachází ve fázi plánování, a sice o eye-tracking, kontextový rozhovor, terénní studie a zápis aktuálního užívání.

Vyřazení těchto metod někdy potvrzovala i „*finanční náročnost*“, jako například u metod eye-tracking, kde je potřeba zakoupit specializovaný software a eye-tracker, retrospektivní testování, snímky obrazovky a samo-reportující zápis.

Tyto metody byly vyřazeny z důvodu velké „*časové náročnosti*“ (náročná příprava, realizace i vyhodnocení) – například eye-tracking, deníkové studie, retrospektivní testování, snímky obrazovky či samo-reportující zápis. Další metoda, která byla označena jako časově náročná, je metoda vzdáleného testování. Její vyřazení potvrzuje i fakt, který je popsán výše, že při vzdáleném testování hrozí únik citlivých dat o HMI, která mohou být poté zneužita konkurenční firmou.

Metody, které splnily všech pět podmínek, a byly tudíž označeny jako vyhovující, jsou následující:

- A/B testování
- Testování použitelnosti
- Individuální rozhovor
- Dotazníky
- Protokol dotazování
- Protokol přemýšlení nahlas

Přestože se metoda A/B testování z tabulky jeví jako vhodná, rozhodla jsem se ji také vyřadit, a to z toho důvodu, že mi firma dala k dispozici pouze jednu verzi HMI. Nelze ji tedy s ničím porovnat. Stejně tak jsem se rozhodla vyřadit metodu individuálního rozhovoru, protokol dotazování a protokol přemýšlení nahlas. Důvodem tohoto vyřazení je fakt, že tyto metody už zahrnuje metoda testování použitelnosti. Jejich samotné použití by bylo méně efektivní.

Dvě metody, které byly tudíž vybrány jako nejvhodnější, jsou metoda testování použitelnosti a metoda dotazníkového šetření (dotazníky). Těmito metodami hodnotím konkrétní HMI a na základě poznatků získaných během hodnocení tyto metody mezi sebou dle zvolených kritérií porovnávám.

5.4 Uživatelé

Při výběru účastníků jsem se řídila radami, které jsem našla v literatuře (viz kapitola č. 3.1: Příprava a průběh hodnocení použitelnosti), jedním z požadavků firmy a také cennými radami, které jsem získala při stáži ve firmě.

Na základě těchto informací jsem se rozhodla testovat s dvaceti uživateli, jelikož jsou potřeba jak kvantitativní, tak kvalitativní data a tento počet dokáže odhalit základní problémy s použitelností daného HMI. Na každou metodu využívám deset uživatelů. Tento počet jsem se rozhodla zvolit také z důvodu, že se jedná o prototyp ve fázi plánování a větší počet uživatelů by pravděpodobně neodhalil tolik problémů s použitelností, aby stálo za to na ně vynakládat časové i finanční prostředky.

Co se týče výběru uživatelů, rozhodla jsem se pro záměrný (nepravděpodobností) výběr. Záměrný výběr je výběr, který uskutečňuje výzkumník na základě svých či jiných zkušeností a poznatků. Cílovou skupinou mohou být primárně všichni, kteří přijdou s HMI v automobilu do styku, ať už se jedná o řidiče či spolujezdce.

Firma mi sdělila poznámku, že si přeje hodnocení použitelnosti provést s uživateli, kteří mají určité zkušenosti s infotainmentem, aby se nepotýkali s irelevantními překážkami (neznalost terminologie), které by vytvářely klamný dojem, že je HMI nepoužitelný, ale zároveň nemají vazby na jeho vývoj, aby bylo zajištěno, že HMI dokáže používat i běžný uživatel (řidič, popř. spolujezdec). Vybráni byli tedy pouze ti uživatelé, kteří mají určitou zkušenost s infotainmentem ve voze a nepodílí se na vývoji jakéhokoliv HMI.

Oslovení byli jak řidiči, tak ti, kteří mají s infotainmentem zkušenost například jako spolujezdci. Otázky jsem formulovala následovně: „*Využíváte automobil jako dopravní prostředek, ať už jako řidič nebo spolujezdec?*“, „*Má tento automobil zabudovaný infotainment (palubní počítač, navigaci)?*“. Pokud dotazovaní odpověděli na obě otázky „ano“, vybrala jsem je za potenciální účastníky výzkumu.

Žádné jiné požadavky na výběr uživatelů nebyly stanoveny, a nezáleží tudíž na pohlaví, věku ani vzdělání uživatelů. Tyto údaje ale přesto zaznamenávám pro lepší porozumění výzkumnému vzorku.

Po stanovení uživatelů s požadovanými vlastnostmi (v našem případě zkušenostmi) a stanovení jejich počtu je důležité tyto definované uživatele nalézt. Uchazeči byli osloveni prostřednictvím sociálních sítí a emailem. Z uživatelů, kteří odpověděli, bylo k testování vybráno prvních dvacet uživatelů, kteří dané podmínky splňují.

K testování bylo vybráno těchto dvacet uživatelů. Uživatelé označení 1–10 se účastní hodnocení použitelnosti HMI za pomoci metody testování použitelnosti a uživatelé označení 11–20 pomocí metody dotazníku.

Každému uživateli byla na konci hodnocení použitelnosti vyplacena finanční odměna ve výši 100 Kč.

Vzhledem k povaze výzkumu, který měří jak kvalitativní, tak kvantitativní data, by bylo ideální výběr vzorku provést co nejvíce pravděpodobností metodou – např. prostým náhodným výběrem, kdy mají všichni uživatelé stejnou šanci být zvoleni jako účastníci výzkumu. V takovém případě je ale nutné mít kompletní seznam všech uživatelů vhodných

pro výzkum (Wildemuth, 2009, s. 117–118), tedy například seznam všech uživatelů, kteří vlastní infotainment v automobilu. Takové uživatele by pak bylo teoreticky možné oslovit. V praxi však bylo nutné z požadavků na perfektní výběr vzorku ustoupit na úroveň, kterou umožnily praktické podmínky.

5.5 Testovací podmínky

K ohodnocení HMI je nutné zajistit místnost a vhodné testovací podmínky, bez nichž by nemohlo hodnocení použitelnosti proběhnout. Jedná se především o zajištění vhodného testovacího prostředí, odborníků na použitelnost, kteří se hodnocení použitelnosti účastní, potřebných materiálů a technických prostředků. Tyto testovací podmínky se u každé metody liší.

Dotazníky

Dotazníky mají za cíl klást otázky týkající se různých aspektů jednoho konkrétního HMI. Pomocí dotazníku lze získat jak kvalitativní, tak kvantitativní data vypovídající o použitelnosti tohoto HMI.

K realizaci hodnocení použitelnosti HMI pomocí této metody není zapotřebí speciální místnosti ani software. Dotazníky tedy uživatel vyplňoval v běžné místnosti, kde je klid, teplo a dostatečné světlo. Vše, co bylo potřeba, je tedy samotný dotazník v písemné podobě a psací potřeby.

Na začátku hodnocení byli uživatelé srozuměni s cílem hodnocení a také s tím, jak bude celé hodnocení probíhat. Poté jim byl předložen informovaný souhlas s hodnocením a ještě před samotným vyplňováním dotazníků měli uživatelé 3–5 minut na to, aby si prošli prostředí daného HMI, seznámili se s obsahem jednotlivých karet, vyzkoušeli si základní činnosti a utvořili si celkovou představu o daném HMI. Nakonec jim byl předložen dotazník, který měli uživatelé za úkol vyplnit.

Dotazník je složen ze dvou částí:

- **SUS analýza (System Usability Scale)** – hodnocení použitelnosti HMI na dané stupnici
- **vlastní doplňující otázky**

- procentuální označení jednoduchosti prototypu na škále 1–5
- otevřené otázky týkající se použitelnosti prototypu

Testování použitelnosti

Testování použitelnosti je metoda, během které jsou uživatelé moderátorem předkládány jednotlivé úkoly, které uživatel plní. Během testování vznáší moderátor dotazy a nutí uživatele přemýšlet nahlas. Zaznamenává se jak čas, který je nutný ke splnění daného úkolu, tak úspěšnost uživatele při plnění úkolu. Jelikož se jedná o velmi jednoduchý prototyp, byl úkol automaticky označen jako nesplněný, pokud uživatel potřeboval ke splnění úkolu více než 30 sekund.

Aby byla zajištěna autenticita reálného prostředí, bylo dané HMI nahráno do sedmipalcového tabletu značky Samsung umístěného v automobilu Škoda Octavia na místo, kde se nachází její stávající infotainment. Uživatelé si tak mohli nastavit sedačku tak, jak jsou zvyklí, zkusit si ergonomii umístění jednotlivých prvků apod.

U testování použitelnosti je nutné si zvolit metodu záznamu průběhu celého hodnocení. K záznamu hodnocení použitelnosti daného HMI se použila kamera mobilního telefonu v rukou moderátora. Tento videozáznam zachycující reakce a emoce uživatele slouží k účelům zpětné kontroly poznámek pořízených zapisovatelem, tzn. výrazů obličeje a názorů, které nestihly být zaznamenány.

Co se týče počtu výzkumníků (tazatelů), byli zvoleni celkem dva. Jeden jako moderátor, druhý jako zapisovatel poznámek. Role zapisovatele je také důležitá tehdy, když selžou technické prostředky a záznam z hodnocení použitelnosti není z jakýchkoliv důvodů pořízen.

K tomuto testu byl vypracován scénář (Příloha č. 4), který byl vytištěn k dispozici moderátorovi a záznamový arch (Příloha č. 5), který měl k dispozici zapisovatel. Na začátku testu byli uživatelé srozuměni s cílem hodnocení a s tím, jak bude celé hodnocení probíhat. Poté jim byl předložen informovaný souhlas s hodnocením a nakonec moderátor uživatelům sdělil jednotlivé úkoly a vznášel dotazy. Úkoly byly vytvořeny tak, aby pokryly všechny aspekty použitelnosti daného HMI.

5.6 Pilotní test

Po zpracování všech předešlých bodů bylo před zahájením ostrých testů důležité provést test pilotní. Ten vypadá zcela stejně jako plánovaný, ostrý test. Jeho účelem je odhalit nedostatky a problémy jak v navržených scénářích, dotaznících a ostatních materiálech, tak v samotném průběhu hodnocení. Na každou metodu byli zvoleni 2 uživatelé. Datum provedení pilotního testu bylo stanoveno na tři dny před datem zahájení ostrého hodnocení.

Během pilotního testu bylo zjištěno, že jedenuživatel nevěděl, jak odpovědět na některé otázky z dotazníku (příloha č. 4). Konkrétně se jednalo o otázku č. 15: „*Co konkrétně se Vám na uživatelském rozhraní nejvíce nelíbilo (popř. co byste změnili)?*“ Uživatel uvedl, že neví, jak postupovat v případě, že není nic, co by se mu na systému nelíbilo ani, co by změnil. Druhý uživatel u této otázky poznamenal, že je zmatečné se ptát na dvě věci v jedné otázce. Na základě těchto postřehů byla tato otázka rozdělena na otázky dvě a ty přeformulovány na „*Pokud se Vám na uživatelském rozhraní něco nelíbilo, uveďte, co*“ a „*Je něco, co byste na tomto uživatelském rozhraní změnil(a)? Pokud ano, uveďte, co*“. U otázky č. 8 uživatelé nerozuměli slovu „*těžkopádný*“. Jelikož se jedná o standardizovaný dotazník (SUS analýza), nemohla být otázka změněna, proto bylo toto slovo v závorce vysvětleno.

Co se týče metody testování použitelnosti, jeden uživatel zmínil, že nerozuměl otázce č. 15: „*Jaký máte názor na inovativní zpracování uživatelského rozhraní?*“ Proto bylo v závorce uvedeno vysvětlení, že se jedná o hvězdicovité provedení.

5.7 Výsledky hodnocení použitelnosti

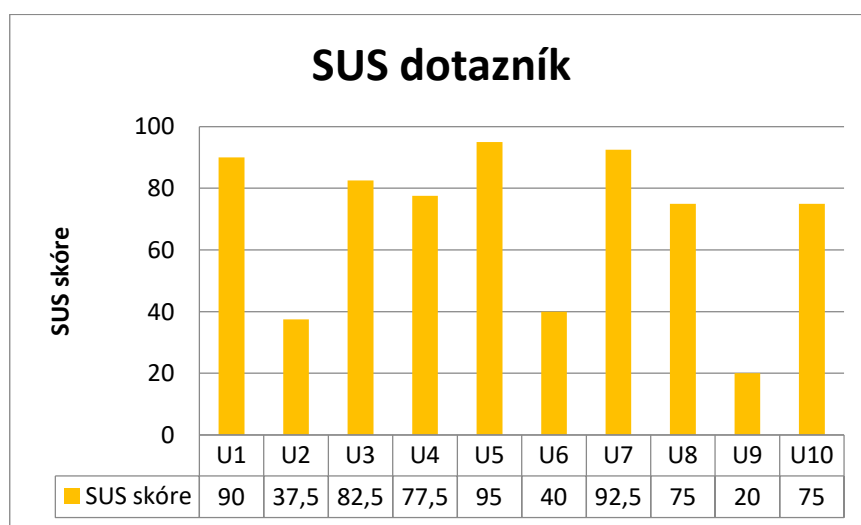
V této kapitole představuji výsledky hodnocení použitelnosti za pomoci obou vybraných metod. K testování výše zmíněného prototypu HMI byly vybrány dvě odlišné metody hodnocení použitelnosti, a sice metoda dotazníku (Questionnaires) a metoda testování použitelnosti (Usability Testing). Obě metody patří do skupiny metod uživatelského hodnocení HMI a lze je zařadit do formativních i sumativních testů, je možné s nimi tedy otestovat jak prvotní návrhy (prototypy), tak finální HMI. Výstupem obou metod jsou jak kvalitativní, tak kvantitativní data. Hodnocení použitelnosti se provádělo právě dvěma metodami, aby bylo možné učinit srovnání dle zvolených kritérií.

5.7.1 Dotazník

Dotazníkového šetření se zúčastnilo sedm mužů a tři ženy. Průměrný věk uživatelů byl 37,5 let. Osm uživatelů dosáhlo středoškolského vzdělání a dva vysokoškolského. Tři uživatelé byli ještě studenty a sedm už pracovalo v zaměstnání.

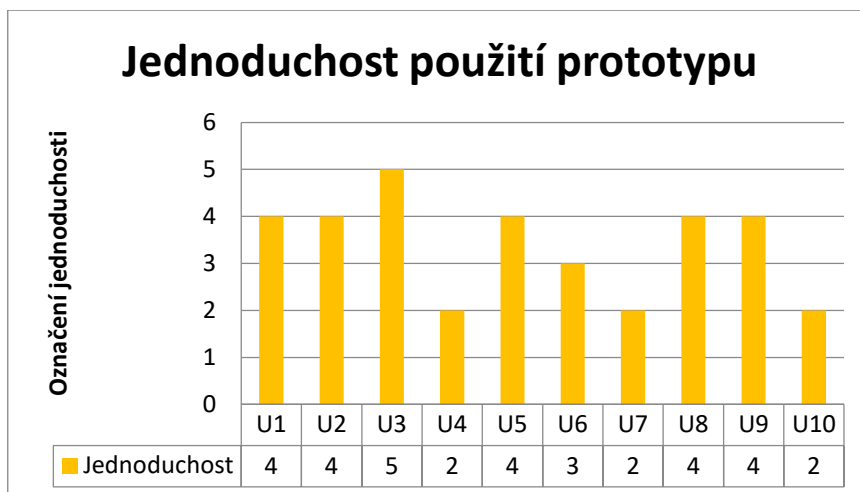
Dotazníkové šetření bylo analyzováno po jednotlivých částech dotazníku. Snahou první části dotazníku (SUS – hodnocení použitelnosti na dané stupnici) bylo předložit celkové zhodnocení použitelnosti. SUS analýza poskytuje jednoduchý způsob, jak všeobecně porovnat použitelnost systému s jinými existujícími systémy. Systém se považuje za více než průměrně použitelný, pokud výsledná hodnota skóre SUS překročí hodnotu 68.

V případě prototypu v této práci se dosáhlo průměrné výsledné hodnoty SUS 68,5. Prototyp tedy lze označit za průměrně použitelný. Při pohledu na individuální hodnocení jednotlivých účastníků lze vidět, že u třech uživatelů skóre nepřekročilo zmiňovaný benchmark 68. Kompletní výsledky uvádí Graf č. 1, kde číslo značí individuální skóre SUS podle konkrétního uživatele (ID U1-U10).



Graf č. 1: *SUS dotazník*. Zdroj: vlastní.

Druhou částí dotazníku, která se skládá z vlastních otázek, jsem odhalila, že je tento prototyp nadprůměrně jednoduchý na použití. Průměrné označení jednoduchosti prototypu je 3,4, což se rovná procentuálnímu označení jednoduchosti 68 %.



Graf č. 2: *Jednoduchost použití prototypu*. Zdroj: vlastní.

Z otevřených otázek bylo zjištěno, že se převážné části uživatelů s tímto prototypem pracovalo „dobře“. Nejvíce se uživatelům líbilo, že je tento prototyp „hezký na pohled“ a „přehledný“ a ikony jsou pro ně (až na ikonu pro aplikace) známě označeny.

Nejvíce se jim naopak nelíbilo, že nemají funkci nastavení hned na hlavní obrazovce, navigace se nalézá jak na hlavní obrazovce jako samostatná ikona, tak jako součást ikony aplikace. Dva uživatelé podotkli, že rozhraní je sice logicky uspořádané, ale působí chudě.

Největší potíže jim dělala samotná pro ně nová orientace aplikací a funkcí (dlaždic) ve hvězdicovité struktuře. Uváděli, že jsou spíše z chytrých telefonů zvyklí na umístění jednotlivých dlaždic v síti (myšleno v mřížce). Nicméně na otázku, zda by tuto hvězdicovou strukturu uvítali ve svém voze, odpověděli většinou, že ano, ale že by bylo nutné si na takovou strukturu zvyknout.

Ačkoliv byly otázky otevřené a očekávalo se, že uživatelé vypíší veškeré své pocity, odpovídali spíše stroze.

Průměrný čas na seznámení se s HMI a vyplnění dotazníku byl 9 minut 17 sekund.

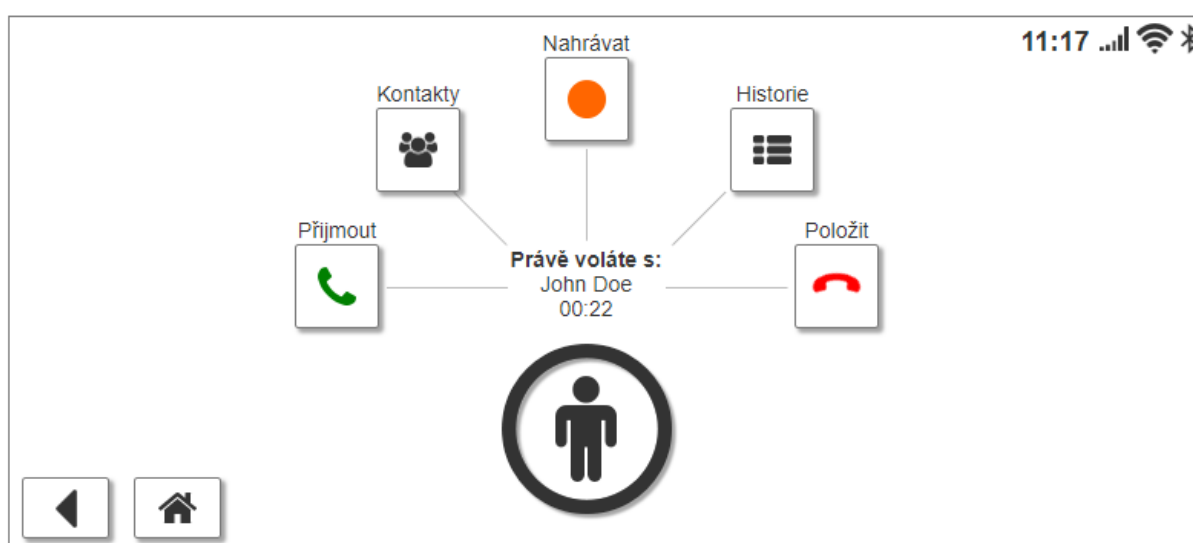
Finanční náročnost na provedení dotazníku byla cca 1255 Kč:

- Papíry
- Barvy do tiskárny
- Psací potřeby
- Stopky
- Finanční ohodnocení uživatelů

5.7.2 Testování použitelnosti

Testování použitelnosti se zúčastnilo šest mužů a čtyři ženy. Průměrný věk uživatelů byl 31 let. Jeden uživatel měl základní vzdělání, devět středoškolské a žádný uživatel neměl vysokoškolské vzdělání. Všechny 10 uživatelů pracovalo v zaměstnání, žádný z nich nestudoval.

První úkol splnili všichni uživatelé bez sebemenších problémů. Dvěma uživatelům ale přišlo divné, proč mají někomu volat, když je na obrazovce vidět, že právě probíhá hovor. Ze stejného důvodu je zarazilo, že je stále viditelné tlačítko pro přijetí hovoru, přičemž jeden hovor už viditelně probíhá a zároveň mají za úkol někomu zavolat.



Obrázek č. 7: *Volání*. Zdroj: vlastní.

Druhý úkol byl pro uživatele rovněž snadný. Všichni uživatelé se dokázali vrátit na hlavní obrazovku, najít ikonu navigace a kliknout na ikonu pro hledání trasy (lupa). Zjistilo se ale, že si dva uživatelé nespojili ikonu „šipky“ s navigací a zpočátku nevěděli, jak navigaci najít. Hledali spíše ikonu „špendlíku“.

Třetí úkol se zdál být pro jednoho uživatele ne příliš snadný. Uživatel hledal nejbližší benzinovou stanici přes tlačítko „Home“. Po otázce, proč na toto tlačítko klikl, odpověděl, že si myslel, že pod takto označeným a umístěným tlačítkem najde budovy v okolí. Ostatní uživatelé ale úkol splnili bez problému.

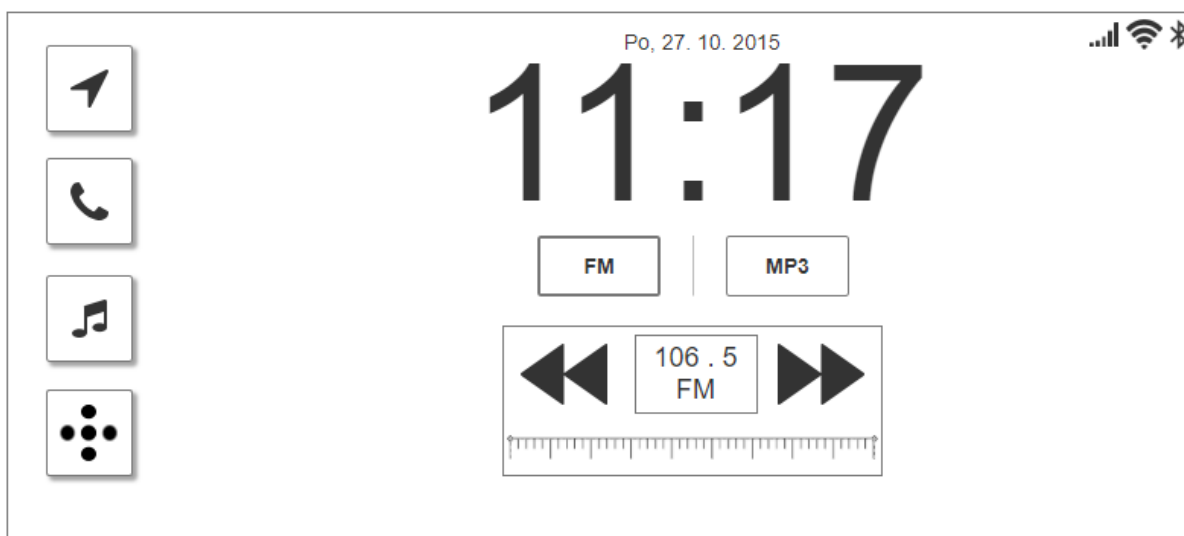


Obrázek č. 8: *Navigace*. Zdroj: vlastní.

Čtvrtý úkol se jevil ze všech nejobtížněji, jelikož uživatelé nemohli nalézt aplikaci rádio. Marně ji hledali pod aplikací hudba. Jen polovina z nich si všimla, že se nachází malá ikonka pod hodinami na hlavní obrazovce. Všichni, kteří rádio našli, věděli, jak stanici naladit.



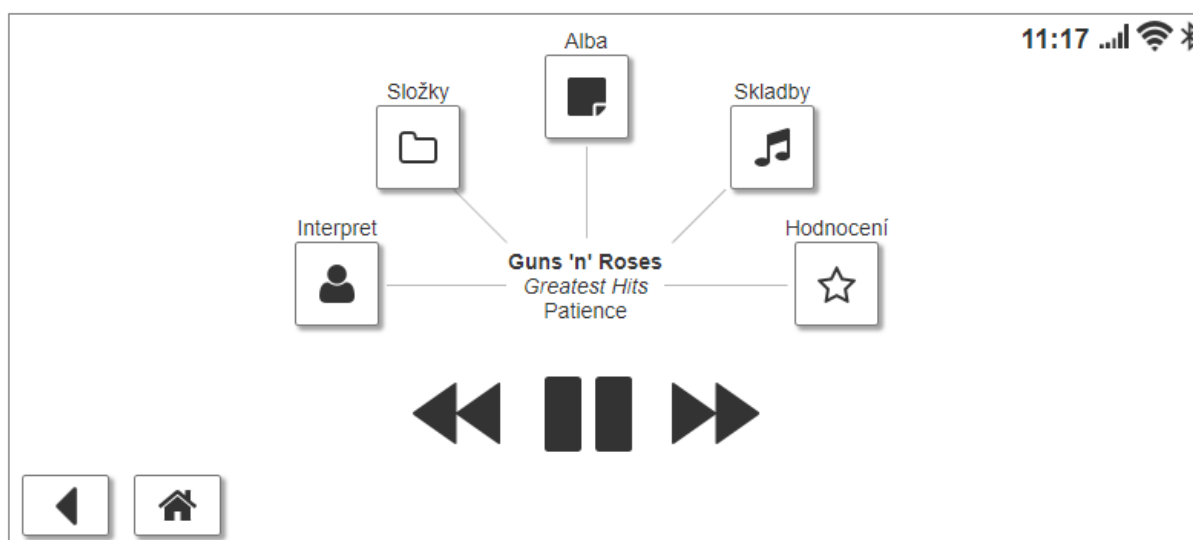
Obrázek č. 9: *Hlavní obrazovka*. Zdroj: vlastní.



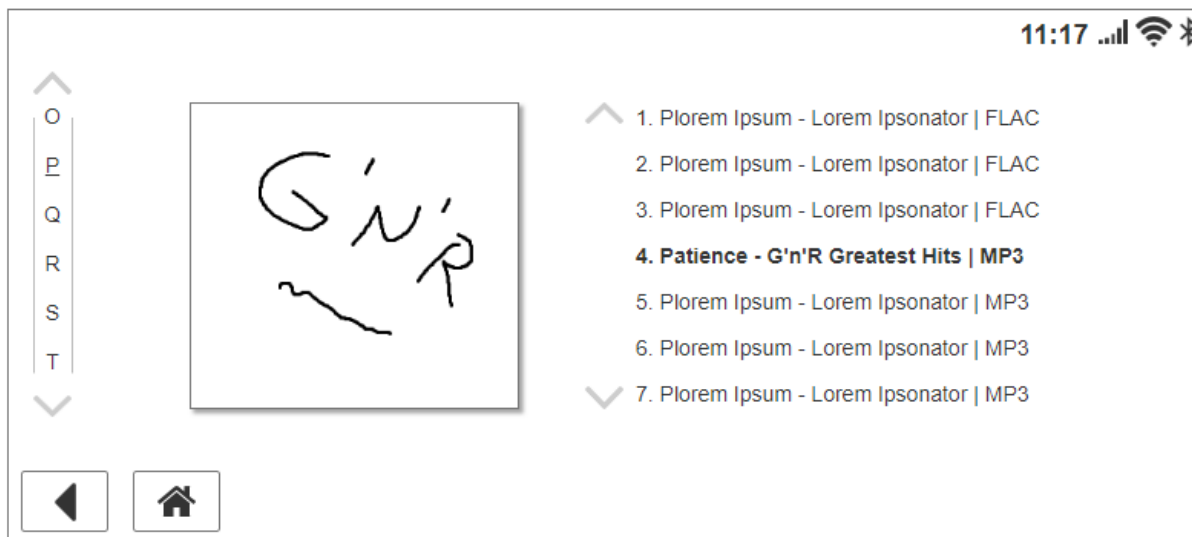
Obrázek č. 10: *Rádio*. Zdroj: vlastní.

Pátý úkol byl splněn téměř bez obtíží. Jeden uživatel si ale nevšiml, že lze požadovanou skladbu naladit i v abecedním seznamu vlevo, a tak dlouho nevěděl, jak ji nalézt. Dvěma uživatelům přišlo divné mít na poslech hudby dvě tlačítka, přičemž každé nabídne jinou obrazovku.

Šestý úkol navazoval na úkol pátý a byl také splněn bez obtíží. Všichni uživatelé věděli, že se musejí vrátit o krok zpět (šipka vlevo), aby našli seznam hudebních alb, které mají k dispozici. Jednalo se o nejrychleji splněný úkol.



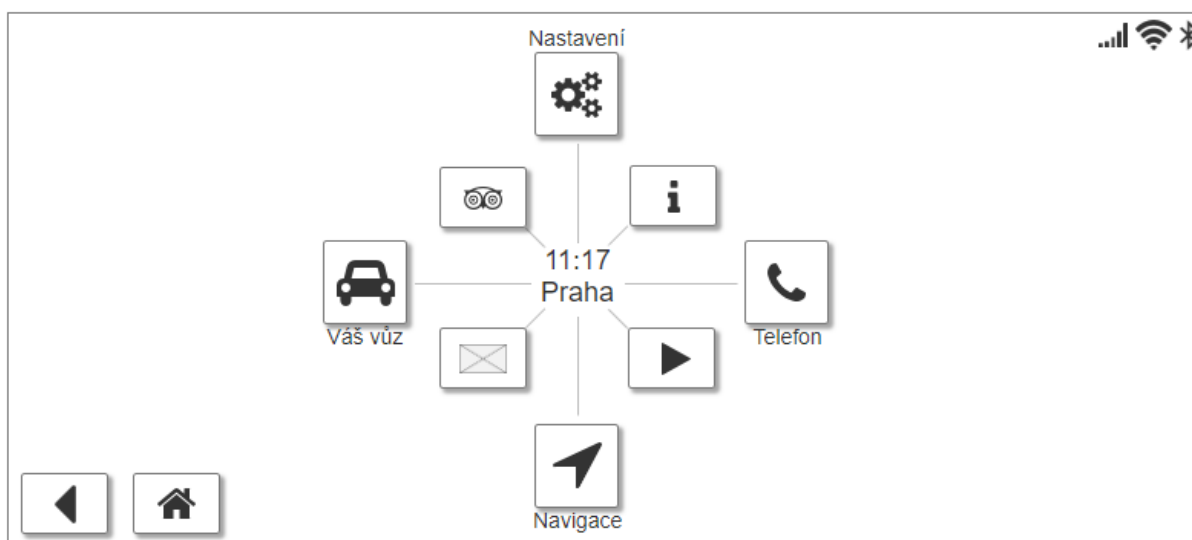
Obrázek č. 11: *Hudba*. Zdroj: vlastní.



Obrázek č. 12: *Skladby*. Zdroj: vlastní.

U sedmého úkolu se tři uživatelé potýkali s problémy. Nevěděli, kde by funkci zvýšení jasu měli hledat, a zkoušeli ho změnit pomocí hardwarových tlačítek na obrazovce či pomocí notificační lišty.

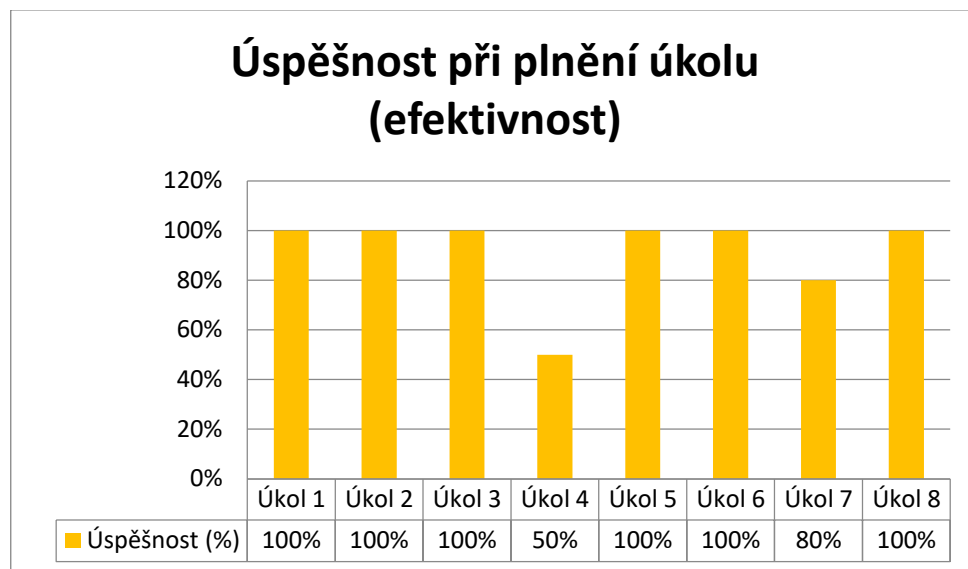
Osmý úkol byl splněn bez problémů, téměř všichni věděli, že tlak v pneumatikách změní pomocí ikony automobilu. Pouze jeden uživatel hledal tuto funkci v nastavení.



Obrázek č. 13: *Aplikace*. Zdroj: vlastní.

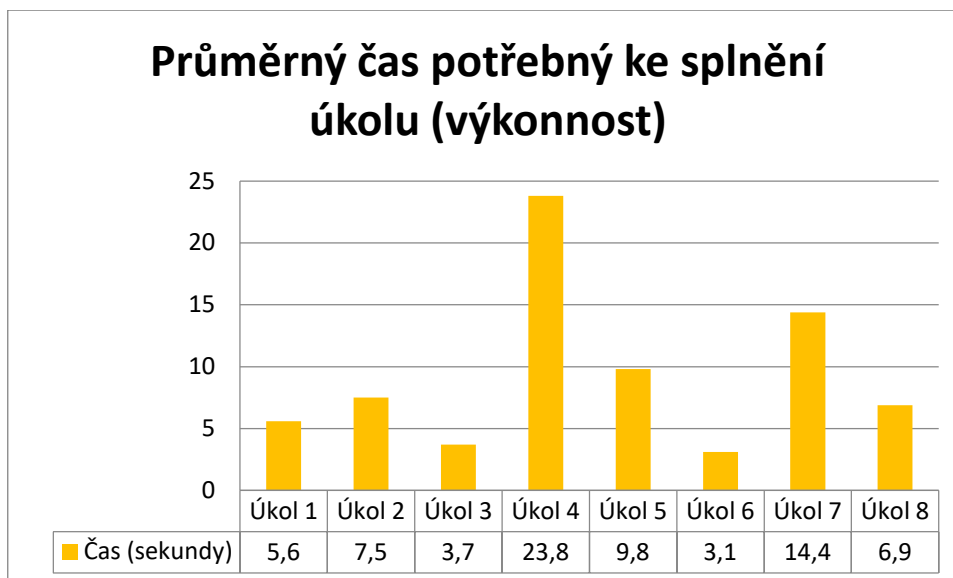
Nyní je potřeba tento prototyp HMI ohodnotit z hlediska míry efektivity tak, jak ji definuje norma ISO 9241 (ČSN EN ISO 9241-11, 1999). Nejpoužívanější metodou pro vyhodnocení efektivity ve studiích použitelnosti je binární měření splnění/nesplnění

zadaných úkolů a přesnosti ve smyslu schopnosti plnit zadané úkoly s určitou mírou chybovosti (Hornbæk, 2006, s. 83, cit. podle Čejky 2016, s. 54). V tomto výzkumu byla sledována prostá míra splnění, resp. nesplnění zadaných úkolů. Výsledek ukazuje graf průměrné míry splnění jednotlivých úkolů (viz graf č. 3). Z grafu vyplývá, že nejsložitějšími úkoly byly úkoly č. 4 a 7.



Graf č. 3: *Úspěšnost při plnění úkolů.* Zdroj: vlastní.

Při testu nebyla sledována pouze úspěšnost plnění úkolů, ale také čas potřebný ke zdárnému dokončení úkolu. Jedná se o druhý bod použitelnosti dle normy ISO 9241, a to výkonnost. Nejpoužívanější metodou k hodnocení výkonnosti je měření času potřebného ke splnění úkolů (Hornbæk, 2006, s. 85, cit. podle Čejky, 2006, s. 55). Jednotlivé naměřené hodnoty byly zaokrouhleny na celé sekundy, poté z nich byl vypočítán aritmetický průměr. Časově nejnáročnější byl úkol č. 4, naopak nejméně časově náročný byl úkol č. 6.



Graf č. 4: *Průměrný čas potřebný ke splnění úkolu (výkonnost)*. Zdroj: vlastní.

Z doptávání uživatelů na další informace vyplynulo, že by uživatelé měli rádi ikonu nastavení přímo na hlavní obrazovce. Konkrétně v záložce „*aplikace*“ přišly některým uživatelům jednotlivé funkce příliš „nahečmané“. Jeden uživatel zmínil, že je zbytečné uvádět polohu automobilu uprostřed jednotlivých funkcí. Dva uživatelé se také podivili nad tím, proč je čas pokaždé na jiné pozici. Preferovali by ho mít stále na notifikační liště. Další uživatel zmínil, že jsou na hlavní obrazovce hodiny moc velké a uvítal by místo nich např. oblíbené aplikace.

Jinak jim ale toto uživatelské rozhraní přišlo přehledné a ikony označeny pro ně známými obrázky (myšleno piktogramy). Zmínili také, že je toto zpracování (hvězdice) velmi zajímavé a tento design by se jim líbil i do finálního HMI. Vzhledem k poloze ruky uživatele (řidiče) také vyplývá, že jsou ikony vhodně umístěny, a to převážně vlevo. Ikona „*skladby*“ by ale podle jednoho uživatele měla být zaměněna s ikonou „*složky*“, jelikož je dle jeho názoru důležitější, a tak by měla být více vlevo po ruce uživatele (řidiče).

Nutno podotknout, že většina uživatelů ani po vybízení nahlas nepřemýšlela. Na spoustu informací bylo tudíž nutné se doptávat pomocí protokolu dotazování a pomocí krátkého rozhovoru na konci testování použitelnosti.

Průměrný čas na testování použitelnosti na jednoho uživatele byl 9 min a 33,4 s, z čehož pouze plnění úkolů zabralo 1 min a 15,5 s. Zbytek času zabralo čtení úkolů, uživatelské komentáře, doptávání se na další informace a krátký závěrečný rozhovor.

Finanční náklady na testování použitelnosti byly 4555 Kč:

- Tablet (pro nahrání HMI)
- Mobilní telefon (na pořízení záznamu)
- Papíry
- Barvy do tiskárny
- Psací potřeby
- Stopky
- Finanční ohodnocení uživatelů

Velké finanční položky tvořil tablet a mobilní telefon, které je ale nutné pořídit jednou a na další testování už jsou k dispozici.

5.8 Porovnání metod

Metodu testování použitelnosti i dotazníky lze použít ve všech fázích vývoje HMI (fáze ujasnění představ / fáze plánování / fáze vývoje / fáze stabilizace / fáze nasazení).

Obě metody by měly být prováděny v laboratorních podmínkách. U metody dotazníku postačí běžná kancelář či místo, kde je zajištěno dostatečné teplo světlo a klid, stůl, židle, papír a psací potřeby, u testování použitelnosti je lepší testovat v nasimulovaném prostředí (např. automobilový kokpit či reálný automobil), aby byla zajištěna ergonomie při používání HMI. Je ovšem také dostačující testování použitelnosti provést v běžné místnosti. K testování použitelnosti je zapotřebí tablet, nahrávací zařízení, papír a psací potřeby.

Jelikož je metoda testování použitelnosti náročnější na vybavení, je tudíž i náročnější finančně. Uvážíme-li ale, že některé věci není potřeba pořizovat a lze použít ty, co jsou k dispozici (např. mobilní telefon), nebude provedení této metody velmi finančně náročné.

Hodnocení použitelnosti HMI za pomoci těchto metod se mohou zúčastnit jak zkušení, tak nezkušení uživatelé. Na provedení obou metod postačí 10 uživatelů. U dotazníkového šetření je potřeba pouze jeden odborník na použitelnost (výzkumník), u testování použitelnosti dva.

Obě metody pracují jak s kvantitativními, tak kvalitativními daty. U testování použitelnosti lze měřit čas a úspěšnost při plnění jednotlivých úkolů a zároveň zjišťovat pocity při plnění zadaných úkolů. U dotazníků lze měřit skóre použitelnosti a také zároveň

zjišťovat názory uživatelů. Skóre použitelnosti je navíc možné porovnávat s ostatními HMI ve stejných vývojových fázích. Nelze ale zjistit, co si uživatel myslí a jak se cítí, ani se doptávat na odpovědi uvedené v dotazníku.

Dále vyplývá, že metoda testování použitelnosti odhalila mnohem více problémů týkajících se použitelnosti daného prototypu. Hlavním důvodem bylo to, že uživatelé využívali prototyp interaktivně, a mohli tedy vyjádřit svůj názor v konkrétních situacích.

Jelikož bylo zajištěno reálné prostředí a tablet s HMI byl umístěn tak, aby odpovídal ergonomii a uživatel si mohl nastavit sedačku přesně podle svých představ, zjistila jsem také mnoho informací o vhodnosti či nevhodnosti rozložení prvků vzhledem k reálné pozici ruky uživatele.

Další výhodou metody testování použitelnosti je, že se díky ní lze dozvědět i informace, na které jsem se explicitně nezeptala, ale uživateli přišlo důležité je sdělit. Dotazníkem ale lze získat navíc jasné skóre, zda je HMI použitelné, či nikoliv a procentuální ohodnocení jednoduchosti HMI.

Časová náročnost na provedení těchto metod se téměř neliší. Testování použitelnosti bylo téměř stejně časově náročné jako dotazníkové šetření, a to jak z hlediska přípravy, tak z hlediska samotného testování.

Metoda testování použitelnosti je náročnější na vyhodnocení než dotazník. Je nutné vyhodnotit jak názory uživatelů, které byly explicitně vyjádřeny, tak jejich nonverbální projevy. Mnohdy je nutné si k zachycení všech informací zpětně pustit záznam z testování. U dotazníku je nutné ovládat techniku vyhodnocení SUS škály (k posouzení použitelnosti se používá skóre, které se vypočítá tak, že u kladných otázek se od hodnoty odpovědi odečte číslo 1, u záporných se odečte hodnota odpovědi od čísla 5 – výsledná čísla se sečtou a vynásobí hodnotou 2,5) a také vyhodnotit názory uživatelů na dané HMI. Technika výpočtu použitelnosti (SUS) je ale poměrně jednoduchá na naučení.

U obou metod dochází k interakci uživatele a výzkumníka. U testování použitelnosti je ale na rozdíl od dotazníků uživatel a výzkumník po celou dobu v přímém kontaktu.

Toto porovnání metod se aplikuje na hodnocení použitelnosti prototypu HMI. Je možné, že pokud by testování probíhalo v jiné fázi vývoje HMI, získají se o metodách informace rozdílné. Dále je také nutno podotknout, že pokud by se změnilo složení otázek v dotazníku a scénář v testu použitelnosti, bylo by možné, že by rovněž byly získány informace rozdílné.

Z předchozího porovnání metod byly stanoveny následující klady a zápory použití jednotlivých metod:

Testování použitelnosti

Klady

- Možnost použití metody ve všech fázích vývoje HMI
- Není potřeba více než 10–15 uživatelů
- Možnost testování s uživateli bez ohledu na věk a pohlaví
- Získání obou typů výstupních dat (kvalitativní i kvantitativní)
- Odhalení většího množství problémů s použitelností
- Možnost zachycení pocitů a nonverbálních projevů uživatele
- Možnost zachycení práce s HMI v konkrétních situacích
- Možnost zpětného přehrání záznamu z testování
- Časově nenáročné

Zápory

- Žádoucí speciálně upravená laboratoř
- Náročnější na vybavení
- Není možné porovnat výsledky s ostatními HMI ve stejné fázi vývoje
- Finančně náročnější
- Náročnější na naučení
- Náročnější na vyhodnocení
- Nutná interakce uživatele a výzkumníka po celou dobu hodnocení použitelnosti

Dotazník

Klady

- Možnost použití metody ve všech fázích vývoje HMI
- Není potřeba více než 10–15 uživatelů
- Možnost testování s uživateli bez ohledu na věk a pohlaví
- Postačí běžná kancelář

- Není náročná na vybavení
- Získání obou typů výstupních dat (kvalitativní i kvantitativní)
- Jednoznačné označení, zda je HMI použitelné, či nikoliv
- Možnost porovnání SUS škály s ostatními HMI ve stejných vývojových fázích
- Finančně méně náročné
- Méně náročné na naučení
- Méně náročné na vyhodnocení
- Není nutná interakce uživatele a výzkumníka po celou dobu hodnocení použitelnosti
- Časově nenáročné

Zápory

- Není možné zachytit pocity a nonverbální projevy uživatele
- Není možné zachytit práci s HMI v konkrétních situacích
- Není možné si zpětně přehrát záznam z testování
- Nedozevíme se nic, na co se nezeptáme

Každá metoda má své klady a zápory. Při zjišťování použitelnosti systému je proto k zajištění co nejlepších výsledků nejvhodnější použít kombinaci více metod.

5.9 Výzkumné otázky

Cílem výzkumu bylo porovnání dvou metod uživatelského hodnocení HMI vztažených k požadavkům komerčního automotive sektoru.

Na základě výsledků výzkumu je nyní možné odpovědět na následující výzkumné otázky:

1. Která ze stanovených dvou metod je časově náročnější na přípravu?
2. Která ze stanovených dvou metod je časově náročnější na realizaci?
3. Která ze stanovených metod je finančně náročnější?
4. Která ze stanovených metod je obtížněji vyhodnotitelná?
5. Která ze stanovených metod dokáže odhalit více problémů s použitelností daného HMI?

Z hodnocení použitelnosti HMI danými metodami vyplynulo, že testování použitelnosti a dotazník jsou podobně náročné na přípravu. U dotazníku je potřeba zajistit ukázkou testovaného HMI a vytvořit formulář. U testování použitelnosti je potřeba zajistit testované HMI a vytvořit scénář testování použitelnosti.

Z výsledků také vyplynulo, že jsou obě metody podobně náročné na realizaci. Důvodem je ale nejspíše fakt, že bylo testované HMI poměrně primitivní, uživatelé plnili úkoly velmi rychle, a samotné testování použitelnosti tak netrvalo dlouho. Pokud bychom testovali HMI například ve fázi nasazení, testování použitelnosti by nejspíše trvalo výrazně déle.

Dále bylo zjištěno, že je testování použitelnosti finančně náročnější. Důvodem je ale potřebná prvotní investice do elektronických zařízení.

Metoda testování použitelnosti je taktéž náročnější na vyhodnocení. Bylo totiž získáno daleko více informací týkajících se použitelnosti, které bylo potřeba vyhodnotit, než u metody dotazníku.

6 Závěr

Cílem této práce bylo sestavit přehled užívaných metod hodnocení použitelnosti HMI, představit poznatky týkající se jejich využití, nastínit průběh hodnocení použitelnosti, vybrat dvě nejvhodnější metody, které nejlépe otestují konkrétní HMI v určité fázi vývoje a v určitém prostředí, ty mezi sebou porovnat a určit jejich silné a slabé stránky.

Práce obsahuje soupis šestadvaceti užívaných metod hodnocení použitelnosti HMI. Požadavky firmy zastupující komerční automotive sektor, které ovlivnily výběr dvou nejvhodnějších metod, byly časová nenáročnost, finanční nenáročnost, možnost získání obou typů výstupních dat, nenáročnost na vyhodnocení dat a možnost testovat HMI ve fázi plánování.

Na základě těchto požadavků byly vybrány dvě metody hodnocení použitelnosti HMI (dotazník a testování použitelnosti), s nimiž bylo provedeno testování studentského prototypu infotainmentu. Metody byly mezi sebou porovnány z hlediska zvolených kritérií, jako jsou časová náročnost, finanční náročnost, náročnost na naučení a vyhodnocení, míra získaných informací apod.

Z testů vyplynulo, že efektivnější byla metoda testování použitelnosti, která odhalila daleko více problémů s použitelností než metoda dotazníku. Hlavní výhodou metody dotazníku ale bylo, že se výsledky dají dále použít ke statistickým srovnáním s odborným HMI.

Prvním přínosem práce bylo navržení manuálu, díky kterému si může každý UX specialista ověřit, která metoda je k testování daného HMI v konkrétní fázi vývoje s konkrétními požadavky firmy nejvhodnější.

Dalším přínosem byla komparace dvou vybraných metod, ze které vzešly hlavní klady a zápory.

Třetím přínosem práce bylo odhalení chyb, které brání použitelnosti stávajícího prototypu firmy Škoda auto, a.s., což by mělo mít zásadní vliv na použitelnost budoucího finálního HMI.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

Tištěné zdroje

ALBERT, William a TULLIS Thomas. *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Newnes, 2013. ISBN 9780124157811.

ANDERSON, Jonathan, WILSON, John a MCREE, Robb. *Effective UI: The Art of Building Great User Experience in Software*. Sebastopol: O'Reilly Media, 2010, 320 s., ISBN 978-0-596-15478-3.

BIAS, R. G. a MAYHEW, D. J. *Cost – justifying usability: An Update for the Internet Age*. The United States of America: Morgan Kaufmann publication, 2005. 640 s. ISBN 0-12-095811-2.

CONSTANTINE, Larry L.; LOCKWOOD, Lucy AD. *Software for use: a practical guide to the models and methods of usage-centered design*. Pearson Education, 1999. ISBN 0201924781.

COURAGE, Catherine, Kathy BAXTER a Kelly CAINE. *Understanding your users: a practical guide to user research methods*. Second edition. Boston: Elsevier, Morgan Kaufmann, 2015. ISBN 9780128002322.

ČEJKA, Marek, 2016. *Dopady zavedení web scale discovery systémů v akademických knihovnách: Testování použitelnosti systému EBSCO Discovery Service na Univerzitě Karlově v Praze* [online]. Praha [cit. 2018-02-06]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/155232/>. Diplomová práce. Univerzita Karlova.

ČERVENKOVÁ, Alena a HOŘAVA, Michal. *Uživatelsky přívětivá rozhraní*. Praha: Horava & Associates, 2009. ISBN 978-80-254-5295-0.

ČSN EN ISO 13407. *Postupy ergonomického projektování interakčních systémů*. Praha: Český normalizační institut, 2000.

ČSN EN ISO 9241-11. *Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály - Část 11: Údaje o možnostech využití*. Praha: Český normalizační institut, 1999.

DUMAS, Joseph S. a LORING Beth A.. *Moderating usability tests: principles and practice for interacting*. Boston: Morgan Kaufmann/Elsevier, 2008. ISBN 0123739330.

DUMAS Joseph S. a REDISH Janice C. *A practical guide to usability testing*. Rev. ed. Exeter, England: Intellect Books, 1999, 404 s., ISBN 1841500208.

GORMAN, Gary Eugene, et al. *Qualitative research for the information professional: A practical handbook*. London: Facet Publishing, 2005. ISBN: 1-85604-472-6.

CHOWDHURY, G. G. a CHOWDHURY Sudatta. *Information users and usability in the digital age* [online]. New York: Neal-Schuman Publishers, 2011 [cit. 2018-07-11]. ISBN 1555708072.

KING, Rochelle, CHURCHILL Elizabeth F. a TAN Caitlin. *Designing with data: improving the user experience with A/B testing*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2017. ISBN 1449334830.

KORTUM, Philip. *Usability assessment: how to measure the usability of products, services, and systems*. Santa Monica, CA: The Human Factors and Ergonomics Society, 2016. ISBN 9780945289494.

KRUG, Steve. *Web design - nenuťte uživatele přemýšlet!*. 2., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-1291-8.

LAZAR, Jonathan., FENG Jinjuan Heidi a Harry. HOCHHEISER. *Research methods in human-computer interaction*. Chichester, West Sussex, U. K.: Wiley, 2010. ISBN 0470723378.

NICHOLAS, David, HERMAN, Eti. *Assessing information needs in the age of the digital consumer*. London: Routledge, 2010. ISBN: 978-1857434873.

NIELSEN, Jakob. *Usability Engineering*. Boston: AP Professional, 1993. ISBN 0-12-518406-9.

PECL, Richard, 2006. *Základní metodické postupy při tvorbě uživatelského rozhraní*. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví. Vedoucí bakalářské práce Richard Papík.

POOLE, Alex, BALL, Linden J. Eye tracking in HCI and usability research. In: *Encyclopedia of human computer interaction*. IGI Global, 2006. p. 211-219. ISBN13: 9781591405627.

RUBIN, Jeffrey, CHISNELL, Dana. *Handbook of usability testing: how to plan, design, and conduct effective tests*. 2nd ed. Indianapolis: Wiley Publishing, 2008, 384 s., ISBN 978-0-470-18548-3.

SKLENÁK, Vilém. *Data, informace, znalosti a Internet*. Praha: C. H. Beck, 2001. ISBN 80-7179-409-0.

STONE, Debbie, JARRETT, Caroline, WOODROFFE, Mark, MINOCHA, Shailey. *User Interface Design and Evaluation*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2005, 704 s., ISBN 0-12-088436-4.

WILDEMUTH, Barbara. 2009. Applications of social research methods to questions in information and library science. 1st pub. Westport, Conn.: Libraries Unlimited, vii, 421 s.

Elektronické zdroje

BAYEROVÁ, Dominika, Persona. In: *Včeliště* [online]. 2016 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://vceliste.cz/slovník/persona/>

BIGNANTE, Elisa. The use of photo-elicitation in field research. In: *EchoGéo* [online]. 2010 [cit. 2018-08-08]. Dostupné z: <https://journals.openedition.org/echogeo/11622#tocto1n1>

BLANCO, M., BIEVER, W. J., GALLAGHER, J. P. a DINGUS, T. A. The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. In: *Accident Analysis & Prevention* [online]. 2006 [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.02.015>

BRADLEY, Steven. *Designing For A Hierarchy Of Needs* [online]. 2010 [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <http://www.smashingmagazine.com/2010/04/26/designing-for-a-hierarchy-of-needs/>

CAIRNS, Paul, 2013. Experimental Methods in Human-Computer Interaction. In: *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction* [online]. The Interaction Design Foundation, 2013 [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/experimental-methods-in-human-computer-interaction>

International Organization for Standardization *Ergonomics of human-system interaction: Human-centred design for interactive systems* [online]. 2010 [cit. 2018-09-21]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>

FARRELL, S. a NIELSEN, J. User experience career advice: How to learn UX a get a job. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2014 [cit. 2018-07-13]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/reports/user-experience-careers/>

FLAHERTY, Kim. Diary Studies: Understanding Long-Term User Behavior and Experiences. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2016 [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/diary-studies/>

FLAHERTY, Kim. Field Studies. *Nielsen Norman Group* [online]. 2016 [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/field-studies/>

GOLDBERG, Joseph H., WICHANSKY, Anna M. Eye tracking in usability evaluation: a practitioners guide. 2002. 22 p. In: Hyönä, J., Radach, R. and Deubel, H. (Eds.). In: *The Mind's Eyes: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement* [online]. Oxford: Elsevier Science, 2002 [cit. 2018-09-16]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/259703518>

GOULD, John D. a LEWIS, Clayton. Designing for usability: key principles and what designers think. In: *Communications of the ACM* [online]. 1985 [cit. 2018-09-14]. DOI: 10.1145/3166.3170. ISSN 00010782. Dostupné také z: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=3166.3170>

HAAGH, Torben. *The role, potential, and future of HMI* [online]. Berlin: IQPC, 2011 [cit. 2018-06-11]. Dostupné také z: <https://www.slideshare.net/IQPCGermany/the-role-potential-and-future-of-hmi>

HANCOCK, P. a VERWEY, W. *Fatigue Workload and adaptive driver systems* [online]. Elsevier Science, 1997 [cit. 2018-07-14]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.655.1058&rep=rep1&type=pdf>

HARPER, Douglas. Talking about pictures: a case for photo elicitation. *Visual Studies* [online]. Routledge, 2002, 17(1), 14 [cit. 2018-08-08]. Dostupné z: <http://www.nyu.edu/pages/classes/bkg/methods/harper.pdf>

HOM, James. *The Usability Methods Toolbox Handbook* [online]. 1998, 71 [cit. 2018-07-19]. Dostupné z: <http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/UsabilityMethodsToolboxHandbook.pdf>

HORNBÆK, Kasper. Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. In: *International Journal of Human-Computer Studies* [online]. 2006 [cit. 2018-

07-02]. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2005.06.002. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1071581905001138>

HUDSON, William. Card Sorting: The Encyclopedia of Human-Computer Interaction. In: *Interaction Design Foundation UX* [online]. [cit. 2018-06-10]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/card-sorting>

Informační architektura. In: *Adaptic* [online]. 2015 [cit. 2015-09-11]. Dostupné z: <http://www.adaptic.cz/znalosti/efektivni-web/informacni-architektura/>

Introduction, Evaluation and HCI Overview. In: *Human-Computer Interaction Laboratory* [online]. 2014 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: <https://profs.info.uaic.ro/~stefan.negru/hci2014/lab1.html>

Introduction to User-Centered Design. In: *Usability First* [online]. 2015 [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: <http://www.usabilityfirst.com/about-usability/introduction-to-user-centered-design>

Kabinet informačních studií a knihovnictví FF MU. *100 metod* [online]. 2017 [cit. 2018-10-06]. Dostupné z: <http://100metod.cz>

KUJALA Sari et. al. A method for evaluating long-term user experience. In: *Interacting with Computers* [online]. 2011, 473–483 s. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.06.005>

KUNIAVSKI, Mike, et al. *Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User Research* [online]. Elsevier Science & Technology, 2012 [cit. 2018-08-25]. ProQuest Ebook Central. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cuni/detail.action?docID=978450>

MACKENZIE, I. S. Input devices and interaction techniques for advanced computing. In: W. Barfield, & T. A. Furness III (Eds.), *Virtual environments and advanced interface design* [online]. Oxford, UK: Oxford University Press, 1995 [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <http://www.yorku.ca/mack/Barfield.html>

MATHILDE François, OSIURAK François, FORT Alexandra, CRAVE Philippe a NAVARRO Jordan. *Automotive HMI design and participatory user involvement: review and perspectives* [online]. Taylor & Francis LTD, 2017 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1188218>

Methods table. In: Usability Net [online]. [cit. 2009-06-15]. Dostupný z: <http://www.usabilitynet.org/tools/list.htm>

Metody testování. In: *Testování a hodnocení* [online]. 2010 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <http://human-computer-interaction.webnode.cz/testovani-a-hodnoceni-rozhrani/metodytestovani/>

MORGAN, Kate a PERNICE Kara. Remote Moderated Usability Tests: How and Why to Do Them. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2018 [cit. 2018-08-10]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/moderated-remote-usability-test/>

MORVILLE, Peter. *User Experience Design* [online]. 2014 [cit. 2018-07-17]. Dostupné z: http://semanticstudios.com/user_experience_design/

MORVILLE, Peter a ROSENFELD, Louis. *Information Architecture for the World Wide Web* [online]. 3rd Edition. USA: O'Reilly Media, Inc., 2006 [cit. 2018-06-11]. ISBN 978-0-596-52734-1.

Dostupné z: <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/fall2010/bby607/IAWWW.pdf>

NIELSEN, Jakob. 10 Usability Heuristics for User Interface Design. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 1995 [cit. 2018-09-09]. ISSN 1548-5552. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

NIELSEN, Jacob. A/B Testing, Usability Engineering, Radical Innovation: What Pays Best? In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2012 [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/ab-testing-usability-engineering/>

NIELSEN, Jacob. Putting A/B Testing in Its Place. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2005 [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/putting-ab-testing-in-its-place/>

NIELSEN, Jacob. Site Map Usability. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2008 [cit. 2018-08-08]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/site-map-usability/>

NIELSEN, Jacob. Summary of Usability Inspection Methods. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 1990 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/summary-of-usability-inspection-methods/>

NIELSEN, Jakob. Usability 101. Introduction to Usability. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2012 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

NIELSEN, Jakob. User Satisfaction vs. Performance Metrics. In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2012 [cit. 2018-08-10]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/satisfaction-vs-performance-metrics/>

NORMAN, Don a Jakob NIELSEN. The Definition of User Experience (UX). In: *Nielsen Norman Group* [online]. 2018 [cit. 2018-07-13]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>

PECÁK, Radek. Vážné bouračky se stanou pětkrát častěji z nepozornosti než kvůli vysoké rychlosti, ukázal průzkum. In: *Aktuálně.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/vazne-bouracky-se-stanou-petkrat-casteji-z-nepozornosti-nez/r~65fcb45cdaf711e5a6b7002590604f2e/?redirected=1524301434>

Použitelnost. In: *Stargen* [online]. 2000 - 2011 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <http://www.stargen.cz/slovník/pouzitelnost/>

PŮLPÁN, Václav, 2016. *Aplikace metod user experience na konkrétní e-shop* [online]. Brno [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/sftk6/BC_Vaclav_Pulpan.pdf. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita.

SAURO, Jeff. Measuring Usability With The System Usability Scale (SUS). In: *MeasuringU* [online]. Measuring Usability LLC, 2011 [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <http://www.measuringu.com/sus.php>

SOUČY, Kyle. Unmoderated, Remote Usability Testing: Good or Evil? In: *UX Matters* [online]. Pabini Gabriel-Petit, 2010 [cit. 2018-08-10]. Dostupné z: <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2010/01/unmoderated-remote-usability-testing-good-or-evil.php>

System Usability Scale (SUS). In: *Usability.gov* [online]. 2018 [cit. 2018-08-13]. Dostupné z: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>

ŠKODA, Petr. *Testování použitelnosti pro technologie Smart integration v automobilovém průmyslu* [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-04-06]. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové. Dostupné z: <https://theses.cz/id/6dtnhn/STAG85852.pdf>

The 7 Factors that Influence User Experience. In: *Interaction Design Foundation* [online]. 2018 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/article/the-7-factors-that-influence-user-experience>

Usability Evaluation Methods. In: *Usability Evaluation* [online]. [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <http://www.usabilityhome.com>

U.S. Department of Health & Human Services. *Methods: A/B testing*. In: *Usability.gov* [online]. 2018 [cit. 2018-07-19]. Dostupné z: <https://www.usability.gov/what-and-why/glossary/ab-testing.html>

U.S. Department of Health & Human Services. *Methods: Card Sorting* [online]. In: *Usability.gov* 2018 [cit. 2018-07-19]. Dostupné z: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/card-sorting.html>

U.S. Department of Health & Human Services. *Methods: Focus Group*. In: *Usability.gov* [online]. 2018 [cit. 2018-07-19]. Dostupné z: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/focus-groups.html>

U.S. Department of Health & Human Services. Methods: Online Surveys. In: Usability.gov [online]. 2018 [cit. 2018-07-19]. Dostupné z: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/online-surveys.html>

WONG Euphemia. Shneiderman's "Eight Golden Rules of Interface Design". In: *UW Faculty Web Server* [online]. 2012 [cit. 2018-05-27]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/article/shneiderman-s-eight-golden-rules-will-help-you-design-better-interfaces>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
atp.	a tak podobně
např.	například
popř.	popřípadě
tj.	to jest
tn.	to znamená
vs.	versus
GUI	graphical user interface (grafické uživatelské rozhraní)
IA	information architecture (informační architektura)
HCI	human-computer interaction (interakce člověk-počítač)
HCI	human-computer interface (rozhraní člověk-počítač)
HMI	human-machine interface (rozhraní člověk-stroj)
HVI	human-vehicle interface (rozhraní automobil-stroj)
MMI	man-machine interface (rozhraní člověk-stroj)
UCD	user-centered design (uživatelsky orientovaný design)
UI	user interface (uživatelské rozhraní)
UX	user experience (uživatelská zkušenost, uživatelský prožitek)
UxD	user experience design (design uživatelské zkušenosti)

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek č. 1: *HCI*. Zdroj: MacKenzie, 1995.

Obrázek č. 2: *Rozdíly machine-centered design a user-centered design*. Zdroj: IBM, 2006 cit. podle Pecl, 2006, s. 6.

Obrázek č. 3: *Životní cyklus human-centered designu*. Zdroj: Human-Computer Interaction Laboratory, 2014.

Obrázek č. 4: *Faktory ovlivňující UX*. Zdroj: The Interaction Design Foundation, 2018.

Obrázek č. 5: *Rámec použitelnosti*. Zdroj: Norma ISO/IEC 9241-11.

Obrázek č. 6: *Maslowova pyramida webdesignu*. Zdroj: Řezáč, 2009.

Obrázek č. 7: *Volání*. Zdroj: vlastní.

Obrázek č. 8: *Navigace*. Zdroj: vlastní.

Obrázek č. 9: *Hlavní obrazovka*. Zdroj: vlastní.

Obrázek č. 10: *Rádio*. Zdroj: vlastní.

Obrázek č. 11: *Hudba*. Zdroj: vlastní.

Obrázek č. 12: *Skladby*. Zdroj: vlastní.

Obrázek č. 13: *Aplikace*. Zdroj: vlastní.

Grafy

Graf č. 1: *SUS dotazník*. Zdroj: vlastní.

Graf č. 2: *Jednoduchost použití prototypu*. Zdroj: vlastní.

Graf č. 3: *Úspěšnost při plnění úkolů*. Zdroj: vlastní.

Graf č. 4: *Průměrný čas potřebný ke splnění úkolu (výkonnost)*. Zdroj: vlastní.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Informace k účasti na hodnocení použitelnosti uživatelského rozhraní a vyjádření informovaného souhlasu

Příloha č. 2: Demografický dotazník

Příloha č. 3: Dotazník – hodnocení použitelnosti HMI

Příloha č. 4: Scénář testování použitelnosti

Příloha č. 5: Vyhodnocení uživatelského testování

Příloha č. 1: Informace k účasti na hodnocení použitelnosti uživatelského rozhraní a vyjádření informovaného souhlasu

Rozhodli jste se stát součástí výzkumu, který se týká hodnocení použitelnosti prototypu infotainmentu (uživatelského rozhraní palubního počítače v automobilu), který může být v budoucnu vyvíjen.

Cílem tohoto výzkumu je zhodnotit použitelnost tohoto prototypu infotainmentu, tzn. zjistit, jak s prototypem lidé pracují, jaký na něj mají názor a jaké z něho mají pocity.

Tento prototyp byl vytvořen studentem Univerzity Karlovy v rámci předmětu „Uživatelské rozhraní v automotive“, vedeném zaměstnancem firmy Digiteq Automotive, a.s., která je externí firmou zajišťující vývoj infotainmentů pro firmu Škoda auto, a.s. Tento prototyp slouží pro napodobení skutečného budoucího rozhraní. Funkcionalita je v případě tohoto prototypu zajištěna pouze povrchově v prototypovém programu Axure. Pomocí tohoto programu jsou vytvořeny jednotlivé akce, které simulují interakci mezi uživatelem a uživatelským rozhraním – zobrazení konkrétního okna nebo zprávy, změna stavu apod.. Výhodou použití prototypů je odhalení chyb ještě před implementací (v prvních fázích vývoje produktu), což šetří nejen časové, ale i finanční náklady firmy.

Základním přínosem vaší účasti v testování je poskytnutí cenných dat z oblasti lidského chování a práce se systémem pocházejícího z automobilového prostředí, které poslouží jednak jako podklad pro praktickou část diplomové práce výzkumníka a jednak jako podklad pro zlepšení testovaného systému poté, co budou výsledky z výzkumu poskytnuty firmě, která tento prototyp poskytla. Pro vás osobně výzkum přinese zkušenost s pozicí testované osoby. Účast v tomto testování můžete kdykoliv před koncem testování odmítnout nebo ukončit.

Během testování budeme z evidenčních důvodů sbírat některé vaše osobní údaje (jméno, obor studia, apod.) a údaje o vašem výkonu. Vaše osobní údaje nebudou sděleny nikomu mimo výzkumný tým. Údaje o vašem výkonu ve výzkumu budou využity pouze pro vyhodnocení použitelnosti infotainmentu a nebudou samostatně sdělovány dalším osobám. Výsledky budou publikovány v diplomové práci s názvem: „*Uživatelské hodnocení použitelnosti HMI. Případová studie*“ způsobem, který neumožňuje identifikaci výsledků jednotlivých osob.

Potvrzuji, že jsem přečetl(a) uvedené informace a souhlasím s účastí na výzkumu

Jméno a podpis.....

Příloha č. 2: Demografický dotazník

1) Jaké je Vaše pohlaví?

☐ Žena

☐ Muž

2) Kolik je Vám let?

• _____

3) Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

• _____

4) Jaký je Váš statut?

• Student

• Zaměstnanec

• Jiný; specifikujte, prosím: _____

Příloha č. 3: Dotazník – hodnocení použitelnosti HMI

SUS analýza

Odpovězte prosím na následujícím otázky vyznačením zvolené možnosti na škále.

Naprosto nesouhlasím → Naprosto souhlasím

1. Toto uživatelské rozhraní bych často využíval(a)

1	2	3	4	5

2. Toto uživatelské rozhraní je zbytečně složité.

1	2	3	4	5

3. Myslím si, že se toto uživatelské rozhraní snadno používá.

1	2	3	4	5

4. Myslím, že bych potřeboval technickou podporu, abych mohl(a) toto uživatelské rozhraní používat.

1	2	3	4	5

5. Jednotlivé funkce mi přišly dobře zpracované.

1	2	3	4	5

6. Přišlo mi, že je toto uživatelské rozhraní příliš nelogické (nekonzistentní).

1	2	3	4	5

7. Předpokládám, že většina lidí s tímto uživatelským rozhraním naučí pracovat velmi rychle.

1	2	3	4	5

8. Toto uživatelské rozhraní mi přišlo velmi těžkopádné (neohrabané) na používání.

1	2	3	4	5

9. Při používání tohoto uživatelského rozhraní se cítím velmi jistě.

1	2	3	4	5

10. Musel(a) bych se hodně naučit, než bych toto uživatelské rozhraní dokázal(a) začít používat.

1	2	3	4	5

Doplňující otázky

11. Uživatelské rozhraní na první pohled působí jako:

Naprosto složité Naprosto jednoduché

1	2	3	4	5

12. Jak se Vám s uživatelským rozhraním pracovalo?

.....

13. Co vám dělalo při používání uživatelského rozhraní největší potíže?

.....

14. Co konkrétně se Vám na uživatelském rozhraní nejvíce líbilo?

.....

15. Pokud se Vám na uživatelském rozhraní něco nelíbilo, uveďte, co.

.....

16. Je něco, co byste na tomto uživatelském rozhraní změnil(a)? Pokud ano, uveďte, co.

.....

17. Jaký máte názor na inovativní zpracování uživatelského rozhraní (hvězdice)?

.....

18. Uvítal(a) byste tento typ uživatelského rozhraní ve Vašem voze?

.....

Čas na vyplnění dotazníku:

Příloha č. 4: Scénář testování použitelnosti

- **Předložit informovaný souhlas**
- **Předložit demografický dotazník**
- Ještě jednou upozornit, že nehodnotíme znalosti ani zkušenosti uživatele, ale použitelnost HMI. Pokud se tedy stane, že si nebudou vědět rady s plněním jednotlivých úkolů, jedná se o chybu v použitelnosti HMI, nikoliv jejich.
- Poprosit je, zda by mohli přemýšlet nahlas (Think-aloud protokol).
- Zeptat se, zda má uživatel nějaké otázky před samotným testováním.
- Upozornit na nahrávání.
- Předčítat jednotlivé úkoly.

- **Úkoly:**
 1. Nacházíte se na hlavní obrazovce. Zavolejte Vašemu příteli ohledně Vaší schůzky.
 2. Přítel se nachází v Hradci Králové, na adrese Komenského 253, 500 03. Zadejte do navigace tuto adresu.
 3. Zjistěte, zda se v okolí nachází benzínová stanice, abyste si mohl(a) natankovat.
 4. Cestu si chcete zpříjemnit hudbou. Zapněte si rádio a nalezněte požadovanou stanici.
 5. V rádiu nenalézáte žádnou zajímavou hudbu. Zapněte si proto Vaši oblíbenou skladbu Give Me Love od Eda Sheerana.
 6. Nyní si ještě chcete prohlédnout, jaká alba máte k dispozici.
 7. Na obrazovku nevidíte podle svých představ. Změňte proto její jas.
 8. Při cestě Vám auto sjíždí stále doprava. Zkontrolujte přes uživatelské rozhraní tlak v pneumatikách.

- **Doplňující otázky**
 - Je něco, co byste chtěl zmínit?
 - Jaké byly vaše pocity?
 - Co se Vám na tomto HMI líbilo?
 - Co se Vám na tomto HMI nelíbilo?

Příloha č. 5: Vyhodnocení uživatelského testování

1) Míra splnění úkolů

Uživatel	Úkol 1	Úkol 2	Úkol 3	Úkol 4	Úkol 5	Úkol 6	Úkol 7	Úkol 8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Míra splnění úkolů (%)								

2) Čas potřebný na splnění úkolů

Uživatel	Úkol 1	Úkol 2	Úkol 3	Úkol 4	Úkol 5	Úkol 6	Úkol 7	Úkol 8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Celkový čas (min)								

3) Názory uživatelů během testování

Uživatel	9	10	11	12	13	14	15
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

4) Poznámky (čeho jsme si všimli)

5) Odpovědi na doplňující otázky